

PROSIDING

26 November 2016

SEMINAR NASIONAL PENDIDIKAN BIOLOGI & BIOLOGI FMIPA UNY



Biokonservasi:
Penelitian, Penerapan, dan Pembelajarannya
Untuk Menjawab Tantangan dan Isu Global

ISBN : 978-602-95166-5-4

Reviewer :

1. Prof. Djukri
2. Yuliati M.Kes

Editor :

- 1.Ciptono, M.Si
- 2.Rio Christy Handziko, M.Pd
- 3.Ibnu Kholdun, S.Si

2016

Jurusan Pendidikan Biologi
Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

UNIVERSITAS NEGERI YOGYAKARTA

Prosiding Seminar Nasional Pendidikan Biologi dan Biologi FMIPA UNY

ISBN : 978-602-95166-5-4

Editor :
1. Ciptono, M.Si
2. Rio Christy Handziko, M.Pd
3. Ibnu Kholdun, S.Si

Desain Sampul dan Tata Letak : Rio Christy Handziko, M.Pd

Penerbit : Jurusan Pendidikan Biologi FMIPA UNY

Alamat Redaksi :

Jurusan Pendidikan Biologi,
Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam,
Universitas Negeri Yogyakarta,
Kampus Karangmalang,
Jalan Colombo No.1
Caturtunggal, Depok, Sleman, D.I. Yogyakarta
55281
No telp. 0274 586168 psw 399
Email : jurdikbiologi@uny.ac.id

Kata Pengantar

Puji syukur kami panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa, atas limpahan rahmat dan hidayahNya sehingga panitia Seminar Nasional Pendidikan Biologi dan Biologi FMIPA UNY 2016 dapat menyelesaikan penyusunan prosiding tepat pada waktunya. Dalam prosiding ini terdapat 39 makalah yang lulus seleksi Tim Reviewer dan telah disampaikan dalam kegiatan Seminar Nasional yang diselenggarakan pada tanggal 26 November 2016 di Jurusan Pendidikan Biologi FMIPA UNY.

Seminar Nasional tahun ini mengusung tema “Penelitian, Penerapan dan Pembelajarannya Untuk Menjawab Tantangan dan Isu Global”. Dari tema tersebut kami berharap agar Biologi sebagai ilmu dapat semakin maju dan berkembang untuk menjadi solusi dari permasalahan yang dihadapi masyarakat saat ini. Makalah utama disampaikan oleh Ir. Nita Kartika, M.Ec., Dr. Riza Arief Putranto, D.E.A., dan Ninil R. Miftakhul Jannah. Diselenggarakan pula penyampaian hasil kajian dan penelitian dalam bidang Biologi dan Pendidikan Biologi yang dilakukan oleh para guru dan peneliti diberbagai sekolah, perguruan tinggi dan lembaga penelitian lainnya dalam sidang paralel.

Harapan kami, prosiding ini dapat membantu penyebaran hasil kajian dan penelitian dalam bidang pendidikan biologi dan biologi, sehingga dapat diakses lebih luas oleh masyarakat umum dan berguna untuk perkembangan bangsa.

November 2016

Tim Editor

SAMBUTAN KETUA PANITIA

Salam Sejahtera untuk para peserta seminar yang berbahagia

Pertama-tama marilah kita panjatkan puji syukur ke hadirat Tuhan Yang Maha Esa, karena atas perkenan, karunia dan rahmat-Nya kita dapat hadir di tempat ini dalam keadaan sehat, dan dapat bersama-sama mengikuti Seminar Nasional Biologi dan Pendidikan Biologi. Seminar ini sebagai bagian kegiatan Jurusan Pendidikan Biologi FMIPA Universitas Negeri Yogyakarta. yang rutin diselenggarakan setiap tahun sekali. Tema seminar **“Biokonservasi: Penelitian, Penerapan dan Pembelajarannya untuk Menjawab Tantangan dan Isu Global”** bertujuan untuk mengetahui Perencanaan, Kebijakan dan Strategi konservasi Sumberdaya Hayati dalam menjawab tantangan dan isu global seperti perubahan iklim, perkembangan teknologi, ancaman punah jenis tertentu akibat kerusakan habitat, jenis asing invasif, pencurian sumber daya genetik Indonesia (*biopiracy*) dll., mengetahui hasil-hasil penelitian konservasi keanekaragaman hayati berbasis teknologi biologi molekuler dan potensi penelitian yang dapat dikembangkan, melihat hasil-hasil pelaksanaan dan pengembangan pengelolaan keanekaragaman hayati bernilai konservasi tinggi dan berkelanjutan serta menumbuhkan kesadaran, kepedulian dan tanggung jawab kita akan pelestarian dan pemanfaatan keanekaragaman hayati secara berkelanjutan.

Kami menghaturkan terimakasih yang sebesar-besarnya kepada Bapak Dekan FMIPA UNY (Dr. Hartono) dan Bapak Wakil Dekan I (Dr. Slamet Suyanto, M.Ed.) sebagai Pelindung kegiatan seminar nasional ini dan Bapak Ketua Jurusan Pendidikan Biologi FMIPA UNY (Dr. Paidi) sebagai Penanggung Jawab seminar nasional ini juga kepada para pemakalah utama, yang telah berkenan meluangkan waktu untuk berbagi ilmu dan pengalamannya dalam seminar nasional ini, yaitu Ibu Ir. Nita Kartika, M.Ec. dari Badan Perencanaan Pembangunan Nasional (BAPPENAS) yang akan menyampaikan Perencanaan, Kebijakan dan Strategi Konservasi Sumberdaya hayati di Indonesia, Bapak Dr. Riza Arief Putranto, DEA dari Pusat Penelitian Bioteknologi dan Bioindustri Indonesia (PPBBI) yang akan menyampaikan hasil-hasil penelitian konservasi keanekaragaman hayati dengan teknik biologi molekuler dan Ibu Ninil Jannah, S.Ked., Direktur Perkumpulan Lingkar, Praktisi Pembangunan Berkelanjutan dan Ketua Tim Nilai Konservasi Tinggi yang akan menyampaikan pengalamannya dalam pengelolaan keanekaragaman hayati yang bernilai konservasi tinggi dan berkelanjutan.

Kami juga mengucapkan terimakasih kepada seluruh partisipan baik sebagai peserta pemakalah, peserta non-pemakalah serta tamu undangan yang jumlahnya mencapai 510 orang atas kontribusinya dalam seminar ini. Artikel ilmiah terseleksi akan dipaparkan sebagai artikel pemdamping dalam sesi paralel oleh 62 pemakalah dari 17 instansi yang akan mempresentasikan 39 judul makalah. Melalui seminar ini, diharapkan terjadi pertukaran informasi, gagasan, saling berbagi ilmu dan pengalaman antar peneliti dalam bidang Biologi, pendidikan biologi demikian juga diharapkan terbangun jaringan kerjasama antar peneliti dari berbagai instansi di dalam bidang Biologi, pendidikan biologi maupun di bidang ilmu-ilmu terapannya sehingga pada akhirnya dapat memberikan kontribusi bagi upaya biokonservasi di Indonesia.

Pada kesempatan ini, saya juga mengucapkan terimakasih kepada seluruh panitia seminar dan Himpunan Mahasiswa Biologi (HIMABIO) Jurusan Pendidikan Biologi FMIPA UNY atas kerjasama dan kerja kerasnya sehingga acara seminar ini dapat berlangsung.

Kami menyadari bahwa masih banyak kekurangan dalam persiapan maupun pelaksanaan seminar ini, baik dalam pelayanan kami, dalam penyediaan

fasilitas, penyampaian informasi, maupun dalam memberikan tanggapan, untuk itu saya mewakili panitia mohon maaf yang sebesar-besarnya. Kami juga mohon kritik dan saran untuk perbaikan penyelenggaraan seminar nasional di tahun-tahun berikutnya.

Akhir kata, saya sampaikan selamat berseminar, semoga seluruh rangkaian acara seminar nasional hari ini dapat berjalan dengan baik dan lancar, dan semoga kegiatan ini bermanfaat bagi kita semua, Amin.

Ketua Panitia,

Dr. Ir. Suhartini, MS

Sambutan Dekan FMIPA UNY

Assalamu'alaikum wr. wb.

Para peserta seminar yang berbahagia, selamat datang di Yogyakarta dan selamat datang di FMIPA UNY.

Seminar Nasional Pendidikan Biologi dan Biologi 2016 ini merupakan agenda tahunan di Jurusan Pendidikan Biologi FMIPA UNY. Untuk tahun ini mengusung tema “Biokonservasi: Penelitian, Penerapan dan Pembelajarannya untuk Menjawab Tantangan dan Isu Global”. Seminar Nasional ini, sekaligus sebagai upaya untuk peningkatan atmosfer akademik di jurusan Pendidikan Biologi dan di FMIPA UNY pada umumnya.

Para hadirin yang berbahagia, seiring dengan visi UNY yakni pada tahun 2025 UNY menjadi universitas kependidikan kelas dunia berlandaskan ketaqwaan, kemandirian, dan kecendekiaan, maka UNY sebagai LPTK selain berkewajiban sebagai agen pengembang ilmu tetapi juga bertanggungjawab terhadap proses pembelajarannya. Melalui pendidikan yang baik akan terbentuk karakter yang baik pula. Dan apabila dikaitkan dengan konservasi maka dibutuhkan para pendidik yang memahami benar bidangnya sehingga bisa menularkan kepada anak didiknya bagaimana menjawab tantangan dan isu global sekarang ini yang kelihatannya tidak memperhatikan lagi konservasi alam kita ini. Dengan demikian sinergi antara pendidikan dan penelitian biologi akan membentuk peneliti-peneliti dan pendidik yang berkarakter, mandiri dan berprestasi di era global. Salah satu tujuan Jurusan Pendidikan Biologi FMIPA UNY menyelenggarakan seminar ini adalah untuk mempertemukan para peneliti, pendidik dan juga praktisi serta para pemerhati pendidikan untuk saling sharing hasil penelitian. Dengan demikian kita bisa mengetahui sejauh mana perkembangan ilmu biologi dan pembelajarannya, ilmu-ilmu dasar dan juga teknologi yang sedang berkembang di negara kita tercinta ini. Lebih jauh lagi kita bisa berkolaborasi dengan beberapa universitas atau lembaga di negara ini untuk meningkatkan mutu pembelajaran dan penelitian Biologi di Indonesia.

Ucapkan terimakasih sebesar-besarnya disampaikan kepada para pembicara utamaya yaitu Ir. Nita Kartika, M.Ec. (Badan Perencanaan Pembangunan Nasional-BAPPENAS Jakarta), Riza Arief Putranto, DEA, Ph.D (Pusat Penelitian Bioteknologi dan Bioindustri Indonesia-PPBBI, Bogor), dan Ninil Jannah (Konsultan Education for Sustainable Development-ESD, Jakarta), serta para peserta seminar ini atas partisipasinya sehingga seminar ini bisa terselenggara dengan baik.

Kami mohon maaf yang sebesar-besarnya apabila dalam penyelenggaraan seminar ini ada kekurangan dan hal yang kurang berkenan. Akhir kata selamat berseminar dan wassalamu'alaikum wr. wb.

Dekan FMIPA UNY

Dr. Hartono, M.Si

Daftar Isi

Halaman Sampul	i
Halaman Editor	ii
Kata Pengantar	iii
Sambutan Ketua Panitia	iv
Sambutan Dekan FMIPA UNY	vi
Daftar Isi	vii

Pemakalah Utama

Ir. Nita Kartika, M.Ec.	U-1
Kebijakan Konservasi Sumber Daya Hayati	
Dr. Riza Arief Putranto, D.E.A.	U-14
Penanda Molekuler Dalam Biologi Konservasi: Dari DNA <i>Barcoding</i> Hingga <i>Next-Generation Sequencing</i>	
Ninil R. Miftakhul Jannah	U-28
Pendekatan Nilai Konservasi Tinggi	

Makalah Paralel Pendidikan Biologi

1. Riska Septia Wahyuningtyas PB-1
Pengaruh Model *Project Based Learning* Terhadap Sikap Kerjasama dan Hasil Belajar Kognitif Siswa Pada Materi Ekosistem Kelas VII di SMP Negeri 1 Yogyakarta
2. Dyah Aniza Kismiati S.Pd dan Prof. Dr. Bambang Subali, M.S PB-17
Kemampuan Berpikir Kreatif Keterampilan Proses Sains Siswa SMA Negeri di Kota Yogyakarta Dalam Mata Pelajaran Biologi Ditinjau Dari Kefavoritan Sekolah
3. Agustina Ambar Pertiwi M.Pd dan Dr. Tien Aminatun M.Si PB-29
Aktualisasi Kurikulum Berbasis Lingkungan Pada Pembelajaran Biologi Oleh Guru Antar Sekolah Adiwiyata di DIY
4. Wagiran, Bambang Ruwanto, Budiwati PB-42
Model Sekolah Adiwiyata Berbasis Kearifan Lokal Hamemayu Hayuning Bawana
5. Murni Thalib, Abdul Ghofur, A. Duran Corebima PB-68
Perbandingan Hasil Belajar Kognitif Siswa Berkemampuan Akademik Rendah Melalui Pembelajaran RQA, STAD dan RQA Dipadu STAD Pada Siswa SMA

6. Chairin Perdana, Resfa Yunita, Ria Fitriyani Hadi PB-81
Pemikiran Siswa Dalam Pembelajaran Biologi Berbasis Proyek
“Konservasi Hutan” Untuk Meningkatkan Kreativitas
dan Kepedulian Pada Lingkungan
7. Ratna Prabawati, Rikhanah Fitriani, Novia Linda Prayitno..... PB-96
Konservasi Penyu di Pesisir Bantul Sebagai Sumber Belajar Biologi
8. Heni Setyawati PB-107
Pengembangan Perangkat Pembelajaran Berbasis Masalah Untuk
Meningkatkan Sikap Peduli Lingkungan Siswa
9. Dian Ridwan Nurdiana, Dwi Novia Puspitasari PB-120
Perkembangan Metode Pelayanan Pendidikan Lingkungan
Kebun Raya Cibodas – LIPI
10. Arsi Dwiyani, Djukri PB-129
Kelayakan Pengembangan Modul Ekosistem Lokal Pegunungan
Berbasis *Android Mobile* Terintegrasi Model PJBL
11. Atik Kurniawati PB-139
Kemampuan Berpikir Kritis Sebagai Dasar Meningkatkan
Kepedulian Siswa Terhadap Lingkungan
12. AntengSaraswati, S. Pd, Djukri, Paidi PB-147
Pengaruh Model *Group Investigation* (gi) Terhadap
Kemampuan Kerjasama dan Keterampilan Proses Sains Siswa
Kelas X SMA Negeri 1 Pengasih
13. Rizqa Devi Anazifa, Djukri, Paidi PB-158
Pengaruh Model *Project- Based Learning* Terhadap Kreativitas
dan Literasi Sains Peserta Didik SMA Negeri 1 Bantul
14. Kutsiyah, Djukri, Paidi PB-166
Pengaruh Model *Discovery Learning* Terhadap Motivasi Belajar dan
Creative Thinking Siswa Kelas XI SMAN 1 Sentolo
Pada Materi Sistem Sirkulasi
15. Indah DwiArdina , Djukri, Paidi PB-181
Pengaruh Model *Guided Inquiry* Terhadap *Creative Thinking* dan
Rasa Ingin Tahu Siswa Biologi Kelas XI SMAN 2 Wonosari
16. Titik Rohma, Djukri, Paidi PB-192
Pengaruh Model Belajar *Self Regulated Learning* Terhadap
Metakognitif dan Motivasi Siswa di MAN 1 Wonosari

17. YuniWibowo, M.Pd., Dr. SlametSuyanto, M.Ed.,
Atik Kurniawati, M.Pd PB-203
Penerapan *Problem Based Learning* (Pbl) Melalui Studi Kasus
Untuk Meningkatkan Sikap Sosial dan Kepribadian Mahasiswa
Calon Guru Biologi Pada Mata Kuliah *Biology Education*

Makalah Paralel Biologi

1. Marina Silalahi B-1
Etlingera *elatio*r (Jack) R. M. Smith: Manfaat, Fitokimia,
dan Aktivitas Biologi
2. Kridanto Priyo Digdo, Nurul Khumaida, Sintho Wahyuning Ardie. B-13
Karakter Morfologi dan Hasil Mutan-mutan Ubi Kayu
(*Manihot esculenta* crantz) Hasil Iradiasi Sinar Gamma Generasi m1 v4
3. Yani Suryani, Iman Hernaman, Isma Nurul Hasanah B-24
Uji Aktivitas Enzim Selulase dan Amilase Pada Bakteri EM-4
(Effective *Microorganism* 4)
4. Daru Retnowati B-33
Pengaruh Poster Terhadap Peningkatan Pengetahuan Petani Tentang
Usahatani Konservasi di Kecamatan Banguntapan Kabupaten Bantul.
5. Doni Gustiawan M., Ana Widiani, M Agus Salim B-43
Keanekaragaman Fitoplankton Sebagai Bioindikator
Kualitas Air Sungai Cikijing Rancaekek Jawa Barat
6. Anna Rejeki Simbolon, S.Si., M.Si B-54
Kandungan Logam Berat Timbal (Pb) di Perairan Cilincing
Pesisir DKI Jakarta
7. Dr. Tri Cahyanto M.Si, Ahmad Sopian S.Si, Muhammad Efendi M.Si..... B-67
Pengelompokkan Sepuluh Kultivar Mangga Asal Pamanukan
Berdasarkan Karakter Anatomi Tangkai dan Helaian Daun
8. Slamet Mardiyanto Rahayu B-76
Keanekaragaman Krustasea di Kawasan Mangrove Desa Gedangan,
Kecamatan Purwodadi, Kabupaten Purworejo, Jawa Tengah
9. Eka Andy Santoso B-90
Inventarisasi Tumbuhan Berpotensi Obat Kawasan Diklatsar
Tlogodringo Tawangmangu Jawa Tengah

10. Asep Zainal Mutaqin, Kaim Maspudin, Teguh Husodo B-103
Pemanfaatan Hasil Hutan Bukan Kayu Oleh Masyarakat
Desa Pangandaran Kecamatan Pangandaran Kabupaten Pangandaran

11. Asep Zainal Mutaqin, Yanah Mardiana, Teguh Husodo B-115
Pemanfaatan Jenis-jenis Tumbuhan Famili Arecaceae Oleh Masyarakat
Desa Pangandaran Kecamatan Pangandaran Kabupaten Pangandaran

12. Dr. Muzzazinah, M.Si, Dr. IrtatikChikmawati, M.Si,
Prof. Dr. Mien A Rifai, Dr. Nunik Sri Ariyanti, M.Si B-127
Analisis Gugus dan Distribusi *Indigofera* spp. Indonesia

13. AnggaDwiartama, EkoMursito Budi, Joko Sarwono, Estianti Ekawati,
Mochamad Fikry Pratama, MegariniHersaputri, Ely Aprilia, Listyana B-143
Pemanfaatan Sumberdaya Hayati Berkelanjutan Melalui Indikasi Geografis:
Bambu Temen Surade Sebagai Bahan Baku Angklung Padaeng

14. Ritia Rahmawati, Yunawati Sele, Reni Istiningrum B-156
Identifikasi Senyawa Kandidat Inhibitor Protein
Tyrosine Phosphatase 1B (PTP1B)

15. Titis Adhiaramanti, Sukiya, Ciptono B-163
Keanekaragaman Anggota Ordo Anura
di Lingkungan Universitas Negeri Yogyakarta

16. Dr. Suhartini B-176
Perilaku Adaptasi Masyarakat Dalam Melestarikan
Keanekaragaman Hayati di Lahan Pekarangan Berdasar
Kearifan Lingkungan

17. Nurul Mahmudati B-189
Penurunan Ekspresi Faktor Pro Imflamasi IL 6
Pasca Pemberian Seduhan Jahe (*Zingiber officinale* Roscoe)

18. Andi Prasetyo, UlfaYuliaRochmah, RiniWinarti,
EsaChorik Darwati, Safina Audiati Afiar B-195
Struktur Komunitas Mesofauna dan Makrofauna Tanah
di Gua Groda, Ponjong, Gunungkidul

19. Rina Priastini, Susilowati B-207
Efek Paparan Obat Nyamuk Bakar Transflutrin dan
Berbahan Ekstrak Daun Permot (*Passiflora foetida*)
Terhadap Sel Darah Mencit

20. Dr. Astuti, Siti Umniyatie, M.Si, Anna Rakhmawati, M.Si,
Evy Yulianti, M.Sc.B-219
Pemanfaatan Probiotik Bakteri Asam Laktat
Streptococcus thermophilus Dari Saluran Pencernaan
Ikan Terhadap Kadar Kolesterol Daging Ayam Broiler

21. Prof. Dr. IGP Suryadarma, Rio ChristyHandziko, M.Pd. B-230
Pranatamangsa Sebagai Sumber Infomasi
Dinamika Pertumbuhan Suweg dan Kepuh
Sebagai Tumbuhan Musiman Satu Pendekatan Etnoekologi

22. Dr. IxoraSartikaMercuriani B-247
Analisis Variasi Sekuen Gen Pengkode Antosianin
(*Chalcone Synthase/CHS*) Secara *In Silico* dan Potensi Pemanfaatannya

PEMAKALAH UTAMA

PENDEKATAN NILAI KONSERVASI TINGGI

Ninil R. Miftakhul Jannah

Perkumpulan Lingkar, PT.Ekologika Consultants
ninil@ekologika.co.id

Abstrak

Saat ini terdapat berbagai skema sertifikasi sukarela di tingkat global dalam melaksanakan proses pengelolaan sumberdaya alam dan lingkungan secara bertanggung jawab; misalnya Roundtable on Sustainable *Palm Oil* (RSPO) untuk sektor perkebunan kelapa sawit dan hasil produknya, dan *Forest Stewardship Council* (FSC) untuk sektor kehutanan dan jasa ekosistem. Salah satu ranah penting dalam skema FSC dan RSPO adalah pelestarian Nilai Konservasi Tinggi. Nilai konservasi tinggi adalah nilai biologis, ekologis, sosial dan kebudayaan yang memiliki signifikansi luar biasa atau sangat penting.

Nilai konservasi tinggi dibagi menjadi 5 kategori, sebagai berikut: (1) Keanekaragaman spesies, (2) Ekosistem dan mosaik pada level lanskap, (3) Ekosistem dan habitat, (4) Jasa ekosistem, (5) Kebutuhan masyarakat, dan (6) Nilai kebudayaan.

Unit manajemen dan organisasi manajemen diwajibkan melaksanakan pengkajian penilaian keberadaan Nilai Konservasi Tinggi di wilayah operasional atau konsesinya. Jika teridentifikasi keberadaan Nilai Konservasi Tinggi, maka unit/organisasi manajemen diwajibkan untuk melaksanakan pengelolaan dan monitoring sesuai dengan rekomendasi hasil pengkajian penilaian yang pada umumnya dilaksanakan oleh pihak independen. Tujuan pengelolaan dan monitoring adalah untuk memastikan bahwa Nilai Konservasi Tinggi di wilayah operasionalnya tidak terancam dan hilang. Jika mungkin dapat ditingkatkan nilainya.

Saat ini di Indonesia, Asia Tenggara, dan Papua Nugini - praktisi dan profesional yang memiliki keahlian dan pengalaman lapang dalam pelaksanaan kajian penilaian NKT serta implementasi pengelolaan dan monitoring NKT masih terbatas jumlahnya. Disiplin ilmu biologi-konservasi di Indonesia, memiliki potensi besar untuk mengembangkan situasi pasar tenaga kerja dan profesi untuk memenuhi kebutuhan berkaitan dengan implementasi pendekatan NKT di Indonesia. Untuk itu perlu peninjauan kembali dimensi pembelajaran yang meliputi substansi, metode dan lingkungan belajar,

serta hasil belajar yang dapat mempromosikan pencapaian kompetensi-kompetensi yang dibutuhkan dalam bidang kerja yang terkait pendekatan NKT (kajian penilaian, pengelolaan, dan monitoring).

Kata Kunci: Ekosistem, Konservasi, Keanekaragaman Hayati, Pembangunan Berkelanjutan, Jasa Lingkungan, Nilai Konservasi Tinggi

1. PENDAHULUAN

Sejak pendekatan Nilai Konservasi Tinggi (NKT) pertama kali dikembangkan oleh organisasi nirlaba *Forest Stewardship Council* (FSC) pada akhir tahun 1990an, keberadaannya terbukti bermanfaat untuk mengidentifikasi dan mengelola nilai-nilai lingkungan dan sosial dalam lanskap produksi. NKT kini dipakai secara luas dalam standar-standar sertifikasi (kehutanan, pertanian, dan sistem perairan) dan secara umum untuk pemakaian sumber daya dan perencanaan konservasi.

Pada awalnya FSC mengembangkan konsep NKT, menggunakan pendekatan NKT sebagai bagian dari standar mereka (Prinsip-9 FSC) untuk memastikan keberlanjutan nilai-nilai lingkungan dan sosial yang signifikan atau penting dalam konteks sertifikasi hutan. Untuk menerapkan kepatuhan terhadap Prinsip FSC ini, organisasi pengelola hutan diharuskan mengidentifikasi NKT yang ada dalam area unit pengelola hutan mereka, dan mengelolanya agar nilai-nilai yang ada terpelihara dan ditingkatkan.

Roundtable on Sustainable Palm Oil (RSPO) adalah organisasi nirlaba dengan tujuan mempromosikan produksi, perdagangan, dan penggunaan minyak sawit berkelanjutan. RSPO membentuk *Certification Working Group* yang beranggotakan perwakilan berbagai kelompok pemangku kepentingan untuk menyusun suatu standar yang dikenal sebagai Prinsip dan Kriteria untuk produksi minyak sawit berkelanjutan (Prinsip dan Kriteria RSPO). Identifikasi dan pengelolaan NKT penting dalam pengelolaan perkebunan kelapa sawit berkelanjutan. Standar sertifikasi sukarela RSPO (2013) memberikan panduan bagaimana NKT dikelola, yakni “*The status of rare, threatened or endangered species and other High Conservation Value habitats, if any,*

that exist in the plantation or that could be affected by plantation or mill management, shall be identified and operations managed to best ensure that they are maintained and/or enhance”.

Pendekatan NKT ini dilaksanakan dengan melibatkan berbagai pemangku kepentingan. Mulai dalam proses persiapan penilaian dan dalam identifikasi NKT-para pemangku kepentingan, para ahli, dan para praktisi dilibatkan. Sehingga pengetahuan/informasi dan pengalaman yang dibawa mereka dapat membantu mengembangkan basis pengetahuan dari hasil penilaian NKT. Sedangkan parapihak dari perwakilan komunitas dapat memastikan bahwa kepentingan subyektif dari masing-masing pihak telah dapat dipertimbangkan secara obyektif oleh tim penilai NKT dan proses penetapan NKT. Dalam pengelolaan NKT pun ketika pendekatan ‘berbagi tanggung jawab’ diterapkan, implementasinya ditegakkan berdasarkan prinsip partisipatif ini.

Saat ini, Kerangka kerja NKT berkembang untuk perencanaan tataguna lahan, advokasi konservasi dan juga kebijakan-kebijakan investasi. Pertanyaan selanjutnya tentang pengelolaan sumber daya alam dengan kerangka kerja NKT adalah apa manfaatnya bagi masyarakat regional dan global, bagi perusahaan dan juga apa manfaatnya bagi masyarakat (komunitas) lokal.

Perangkat identifikasi NKT merupakan suatu protokol standar dalam melakukan pengkajian penilaian NKT. Dalam pengkajian penilaian tersebut harus mampu menjamin mutu, transparansi, dan integritas aplikasinya. Perangkat identifikasi NKT memuat tahap-tahap yang disyaratkan oleh proses penilaian NKT secara lebih jelas dan rinci dan juga harus mampu mendefinisikan hak dan kewajiban para pihak terkait.

2. PENDEKATAN NILAI KONSERVASI TINGGI

2.1 Definisi dan Kategori Nilai Konservasi Tinggi

NKT adalah sesuatu yang bernilai konservasi tinggi pada tingkat lokal, regional atau global yang meliputi nilai-nilai biologi, ekologi, sosial budaya - atau keanekaragaman hayati dan jasa ekosistem alami. Definisi dan kriteria

identifikasi nilai-nilai tersebut berpedoman pada Panduan Umum Identifikasi NKT Tahun 2013 dari Sekretariat Global untuk Pendekatan NKT (HCVRN). Panduan Identifikasi NKT Indonesia Revisi Tahun 2009 dipergunakan sebagai pedoman tata-cara dalam melakukan penilaian NKT di wilayah Indonesia.

2.2 Pendekatan Nilai Konservasi Tinggi

Secara keseluruhan, tujuan dari pengelolaan NKT adalah untuk mempertahankan dan jika memungkinkan, meningkatkan nilai-nilai (lingkungan, sosial) dan fungsi-fungsi konservasi yang sangat penting dan kritis sebagai bagian dari pengelolaan yang bertanggung jawab. Identifikasi NKT adalah langkah awal yang penting sebelum bergerak pada pengelolaan dan pemantauan. NKT mengharuskan tingkat perlindungan yang lebih tinggi untuk memastikan keberlangsungannya dalam jangka panjang, khususnya apabila keberadaannya terdampak secara negatif oleh praktek-praktek yang berlangsung pada area konsesi atau jika ada risiko gangguan dari kegiatan produksi/ pembangunan.

Hal ini melibatkan upaya bersama untuk mengidentifikasi NKT, dengan memberikan kualitas penilaian yang baik, memberikan perhatian yang lebih besar untuk merancang dan melaksanakan kegiatan pengelolaan yang tepat, serta melalui pemantauan yang efektif. Organisasi manajemen (OM) / Unit Manajemen (UM) juga diharapkan untuk mengembalikan NKT dan nilai-nilai lain yang terganggu akibat dampak negatif yang disebabkan oleh kegiatan operasionalnya. Walaupun, tidak wajib mengembalikan NKT yang rusak akibat pengaruh faktor-faktor yang berada di luar kendalinya.

Elemen-elemen penting dari Kajian Penilaian NKT, dijabarkan dibawah ini.

a. Identifikasi NKT

Tujuan keseluruhan dari proses penilaian NKT adalah untuk mengevaluasi karakteristik sosial dan lingkungan dari suatu situs dan lanskap yang lebih luas, dalam rangka untuk mengidentifikasi setiap NKT yang ada. Proses identifikasi melibatkan interpretasi terhadap makna keenam definisi NKT

dalam konteks lokal atau nasional, serta menentukan NKT mana saja yang terdapat pada kawasan terkait, atau NKT mana saja yang terletak pada cakupan lanskap yang lebih luas yang kemungkinan akan terdampak secara negatif oleh aktifitas proyek; misalnya: dampak terhadap NKT jenis perairan atau lahan basah dapat berlangsung di luar batas-batas resmi UM. Penilaian NKT harus dilakukan oleh para ahli dengan kemampuan yang relevan dan mengerti dengan baik tentang pendekatan NKT. Hal ini juga dilakukan melalui kajian penilaian NKT yang terdiri atas konsultasi dengan para pemangku kepentingan, analisis terhadap informasi yang tersedia serta pengumpulan informasi tambahan jika diperlukan.

Setelah NKT diidentifikasi keberadaanya, assessor harus memberikan penjelasan (laporan yang dihasilkan) tentang hal-hal yang diperlukan untuk mempertahankan NKT, mengidentifikasi ancaman terhadap keberadaan NKT dan memberikan rekomendasi pengelolaan dan pemantauan. Penilaian NKT harus menghasilkan kesimpulan yang jelas tentang ada atau tidak adanya NKT, lokasi keberadaannya, status dan kondisi, serta harus memberikan informasi mengenai habitat, sumber daya utama dan daerah penting yang mendukung NKT. Informasi tersebut kemudian digunakan untuk mengembangkan rekomendasi pengelolaannya untuk memastikan bahwa NKT-NKT tersebut akan dipelihara dan/atau ditingkatkan.

Tabel 1. Definisi Nilai Konservasi Tinggi (NKT) Panduan Umum Identifikasi NKT HCVRN 2013, dan Sub-Kategori untuk Indonesia seperti yang ditetapkan dalam Pedoman Penilaian NKT di Indonesia (2013)

Definisi Kategori NKT	Sub-NKT	Definisi Sub-NKT
NKT-1. Keanekaragaman spesies Keterpusatan keanekaragaman biologis yang mencakup spesies endemik, dan spesies langka, terancam atau terancam punah, yang signifikan pada level global, regional atau nasional.	1.1	<i>Keanekaragaman hayati bagi kawasan perlindungan atau konservasi</i>
	1.2	<i>Spesies hampir punah</i>
	1.3	<i>Populasi spesies yang terancam, memiliki penyebaran terbatas atau dilindungi yang mampu bertahan hidup (viable population).</i>
	1.4	<i>Spesies atau sekumpulan spesies yang menggunakan suatu habitat secara temporer</i>

NKT-2. Ekosistem dan mosaik pada level lanskap Ekosistem dan mosaik ekosistem pada level lanskap yang luas yang memiliki signifikansi pada tingkat global, regional atau nasional, dan memiliki populasi yang layak dari sebagian besar spesies alami serta memiliki pola persebaran dan jumlah yang alami.	2.1	<i>Bentang lahan luas yang memiliki kapasitas untuk menjaga proses dan dinamika ekologi secara alami</i>
	2.2	<i>Kawasan alam yang berisi dua atau lebih ekosistem dengan garis batas yang tidak terputus (berkesinambungan)</i>
	2.3	<i>Kawasan yang mengandung populasi dari perwakilan spesies</i>
NKT-3. Ekosistem dan habitat Ekosistem, habitat atau refugia langka, terancam, atau terancam punah.	3	
NKT-4 Jasa ekosistem Servis ekosistem dasar dalam situasi kritis, termasuk perlindungan untuk tangkapan air dan kontrol erosi untuk tanah atau lereng yang rentan.	4.1	<i>Jasa penyediaan air dan pencegahan banjir untuk masyarakat hilir</i>
	4.2	<i>Jasa pencegahan erosi dan sedimentasi</i>
	4.3	<i>Jasa sekat alam untuk mencegah meluasnya kebakaran hutan atau lahan</i>
NKT-5. Kebutuhan masyarakat Situs dan sumber daya yang fundamental untuk memenuhi kebutuhan dasar masyarakat lokal atau masyarakat adat (untuk mata pencaharian, kesehatan, makanan, air, dll.), yang teridentifikasi melalui interaksi dengan komunitas atau masyarakat adat terkait.	5	
NKT 6 Nilai kultural (kebudayaan) Situs, sumber daya, habitat, dan lanskap dengan signifikansi kultural, arkeologis, atau sejarah pada tingkat global atau nasional, dan/atau kepentingan kultural, ekologis, ekonomi atau religi/sakral bagi budaya tradisional masyarakat lokal atau masyarakat adat, yang teridentifikasi melalui interaksi dengan komunitas atau masyarakat adat terkait.	6	

b. Analisis Ancaman-Ancaman NKT

Pemahaman tentang ancaman terhadap NKT merupakan langkah penting dalam membuat rekomendasi pengelolaan untuk mempertahankan dan/atau meningkatkan nilainya. OM atau penilai NKT harus melaksanakan penilaian ancaman terhadap setiap NKT yang teridentifikasi. Pendekatan penilaian ancaman dikelompokkan sesuai dengan kategori berikut: (1) Ancaman tidak

langsung dan ancaman langsung: Sebagai contoh, perburuan hewan liar oleh penduduk lokal mungkin menjadi ancaman langsung terhadap spesies NKT-1, tetapi penyebab tidak langsung dari hal tersebut dapat mencakup tidak adanya sumber protein alternatif yang tersedia dan terjangkau oleh masyarakat; (2) Ancaman internal dan eksternal: Ancaman terhadap NKT dapat berasal dari sumber internal, dari kegiatan operasi OM/UM itu sendiri (misalnya pembangunan jalan, fragmentasi habitat, polusi, konversi), ataupun berasal dari sumber-sumber eksternal (misalnya perambahan, pembalakan liar dan perburuan, konflik bersenjata, tata kelola yang buruk).

OM dan penilai NKT harus mengumpulkan perspektif dan rekomendasi yang berbeda tentang ancaman dan pilihan manajemen selama konsultasi dengan para pemangku kepentingan. OM harus menggunakan penilaian ancaman, yang dituangkan dalam laporan penilaian NKT, sebagai titik awal. Hal ini merupakan tanggung jawab OM untuk memastikan bahwa penilaian ancaman sudah selesai dilakukan dan terutama bahwa semua ancaman internal telah teridentifikasi.

c. Rekomendasi Pengelolaan NKT

Kawasan Pengelolaan NKT merupakan kawasan yang tercakup di dalam OM/UM atau lanskap dimana keputusan-keputusan pengelolaan yang sesuai perlu dilakukan dan diimplementasikan untuk memelihara atau meningkatkan NKT. Untuk kepentingan pemetaan dan perencanaan, penting untuk membedakan lokasi antar NKT, yang kemungkinan berukuran cukup kecil, serta kawasan pengelolaan di mana keputusan dan aksi yang sesuai diperlukan, terkadang pula mencakup kawasan yang lebih luas. Proses mendesain rancangan pengelolaan untuk NKT perlu melibatkan investigasi terhadap ancaman-ancaman yang telah ada maupun potensial serta pengembangan syarat-syarat pengelolaan. Hal ini dapat mencakup penggambaran kawasan-kawasan yang membutuhkan perlindungan total serta mengidentifikasi kawasan yang dapat digunakan untuk produksi

dengan catatan bahwa pengelolaannya konsisten dengan upaya memelihara atau meningkatkan NKT.

Tujuan keseluruhan pengelolaan NKT selain membutuhkan pemahaman yang mendalam akan keberadaan NKT untuk kemudian merumuskan serta mengimplementasikannya dalam rencana pengelolaan NKT. Kajian Penilaian NKT memberikan rekomendasi pengelolaan secara umum, maka nantinya rencana manajemen atau pengelolaan NKT harus mengoperasional rekomendasi - sehingga lebih spesifik dalam hal mengusulkan cara-cara pengelolaan yang lebih konkret. Rekomendasi dari hasil penilaian NKT harus diubah menjadi target dan tujuan pengelolaan yang spesifik dalam manajemen organisasi/unit pengelola hutan.

OM adalah pihak utama yang bertanggung jawab untuk pengelolaan NKT di dalam unit pengelolaannya. Namun, beberapa kawasan pengelolaan NKT dirancang untuk mempertahankan sebuah NKT baik di dalam unit pengelolaan maupun di area/kawasan yang terkena pengaruh unit pengelolaan pada lanskap yang lebih luas [lihat prinsip-prinsip pendekatan NKT: mempertimbangan lanskap yang lebih luas]. OM bertanggung jawab untuk menghindari kerusakan NKT di unit pengelolaan mereka dan mempertimbangkan apa yang terjadi di luar unit pengelolaan, serta melibatkan pihak di sekitar unit pengelolaan untuk memecahkan masalah pengelolaan NKT, bila memungkinkan. Hal ini dapat meningkatkan penjagaan NKT dalam lanskap yang lebih luas. Dalam kasus dimana keterlibatan dengan para pihak terdekat tidak menghentikan kerusakan NKT di luar UM, maka UM perlu mempertimbangkan kelayakan dalam peningkatan penggunaan sumber daya yang ditujukan untuk pemeliharaan NKT pada unit pengelolaan untuk mengatasi masalah.

d. Rekomendasi Monitoring NKT

Tujuan menyeluruh dari kegiatan monitoring NKT adalah untuk menentukan apakah strategi pengelolaan NKT yang sedang dilaksanakan dan tujuan pengelolaan telah terpenuhi (misalnya apakah NKT telah dijaga

dengan baik?). Hasil pemantauan dapat memberikan informasi terkini tentang NKT yang menjadi tanggung jawab para manajer, dan berfungsi sebagai dasar untuk intervensi atau penyesuaian rencana pengelolaan. Salah satu tujuan umum dan tujuan berlanjut dari monitoring adalah secara bertahap membangun informasi tentang lokasi dan keberadaan NKT saat ini. Ini berarti bahwa manajer harus mampu untuk terus meningkatkan NKT secara terus menerus dan membangun pengalaman masa lalu.

Monitoring tidak selalu membutuhkan survei keanekaragaman hayati yang komprehensif dan survei sosial, tetapi harus menggunakan indikator yang tepat untuk menilai apakah NKT sedang dipertahankan dan apakah kegiatan pengelolaan yang dilakukan juga efektif. Indikator yang disusun harus efisien, konsisten, standar dan berulang. Konsisten, artinya pemantauan yang distandarisasi sangat penting untuk memahami apakah perubahan yang dirasakan dalam NKT adalah benar (misalnya peningkatan populasi), atau artefak dari perubahan pemantauan (misalnya pergantian staf kepada seseorang yang lebih baik dalam menetapkan tempat spesies). Data pemantauan harus dicatat dan disimpan dalam database terpusat karena akan berguna untuk menganalisa tren jangka panjang dalam NKT. Namun, perlu dicatat bahwa pemantauan NKT tertentu tidak selalu mengungkapkan penyebab perubahan NKT yang diamati.

Pelaksanaan monitoring yang dilakukan UM terbagi menjadi dua, yaitu Monitoring operasional dan Monitoring efektif/strategis dengan fokus dan sasaran yang berbeda sebagai berikut:

Monitoring operasional mengevaluasi apakah rencana manajemen telah diimplementasikan dengan baik. Ini mencakup semua ketentuan pengelolaan (misalnya SOP) di UM, termasuk namun tidak terbatas pada pengelolaan NKT dan memungkinkan para manajer untuk memantau pemenuhan ketentuan operasional (contohnya termasuk pemantauan SOP yang berkaitan). Monitoring operasional harus sering dilakukan untuk

mengungkap hal yang perlu menjadi perhatian lebih lanjut untuk dilakukan pengawasan yang lebih terarah, misalnya, pencemaran aliran air ditindaklanjuti dengan analisis detail mengenai kualitas air.

Monitoring efektif/strategis bertujuan untuk menilai apakah NKT dikelola berdasarkan rencana pengelolaan yang tersedia. Hal ini bertujuan untuk menilai apakah tujuan dan sasaran yang ditetapkan dalam rencana monitoring telah terpenuhi dan apakah ketentuan pengelolaan dapat mempertahankan NKT secara efektif. Tidak seperti monitoring operasional, monitoring ini lebih berfokus pada NKT daripada prosedur operasional. Pemantauan strategis berfokus pada menilai tren jangka panjang dalam status NKT dan oleh karena itu, cenderung lebih jarang dilakukan daripada pemantauan operasional, karena memakan waktu lebih lama dan memerlukan teknik dan analisis tertentu.

2.3 Proses pendekatan NKT

- a. Tanggung jawab Legalitas dan Keamanan hak kepemilikan, hak adat dan Persetujuan

High Conservation Values Resource Network (HCVRN) merupakan jaringan anggota, yang mencakup perwakilan dari perusahaan produsen, LSM, organisasi penelitian dan konsultan, auditor dan praktisi lainnya, yang mengemban misi yang sama untuk mengkonservasi nilai-nilai sosial dan lingkungan yang penting atau NKT. Proses NKT perlu diintegrasikan dengan pengelolaan sumber daya alam yang bertanggung jawab dan menghargai tujuan pendekatan NKT serta prinsip-prinsip yang terkandung dalam piagam HCVRN sehubungan dengan isu legalitas, kepemilikan lahan, dan alih guna lahan.

1. **Legalitas.** Terdapat penyesuaian terhadap semua hukum nasional dan lokal, serta pakta dan perjanjian internasional. Di beberapa negara, sebagian besar nilai yang teridentifikasi dalam kajian NKT telah menerima perlindungan melalui penetapan peruntukan lahan, proses perencanaan atau regulasi pemerintah lainnya.
2. **Keamanan hak kepemilikan, hak adat, dan persetujuan.** (a) Hak penggunaan lahan dapat didemonstrasikan, dan tidak dipertanyakan oleh masyarakat lokal yang memiliki hak atas lahan tersebut; (b) Pemakaian atau pengelolaan lahan tidak mengurangi hak adat masyarakat adat, masyarakat lokal atau pemanfaat lahan

lainnya, tanpa adanya Persetujuan Atas Dasar Informasi Awal Tanpa Paksaan; (c) Pengelolaan lahan yang baik harus memiliki perencanaan ekonomi yang benar untuk memastikan kesejahteraan masyarakat yang bergantung pada lahan tersebut. Hak Persetujuan Atas Dasar Informasi Awal Tanpa Paksaan (PADIATAPA) - atau *free prior inform concern (FPIC)* mencakup hak masyarakat adat dan komunitas lokal untuk memberikan, menahan, atau menarik kembali persetujuannya terhadap aktivitas-aktivitas yang dapat memengaruhi hak mereka.

Alih guna lahan. Dibandingkan pengelolaan ekosistem alami, alih guna lahan umumnya memiliki dampak yang lebih parah dan takterbalikkan terhadap keanekaragaman hayati, fungsi ekologis, dan sistem sosial. Oleh karenanya, pendekatan perlindungan terhadap NKT perlu mencerminkan parahnya dampak tersebut. Sebagai sebuah pendekatan, NKT tidak menolak pengembangan atau konversi lahan terhadap vegetasi alami (hanya untuk nilai-nilai yang sangat penting atau signifikan). Sebagian, namun tidak semua NKT dapat dipertahankan melalui skenario alih guna lahan yang memiliki pengelolaan yang baik, dan hal ini perlu diputuskan melalui pertimbangan kasus per kasus. Pendekatan NKT mensyaratkan bahwa dalam situasi ketika alih guna lahan diperkirakan akan berlangsung, pengelola perlu memastikan bahwa upaya yang cukup telah dilakukan untuk mengidentifikasi NKT dan bahwa prinsip kehati-hatian telah digunakan. Jika nilai-nilai yang diidentifikasi mengindikasikan perlunya pemeliharaan atau perbaikan kawasan pada level situs atau lanskap, maka kawasan-kawasan tersebut tidak akan dikonversi untuk keperluan lainnya.

b. Pertimbangan Lanskap Yang Lebih Luas

Bagian utama kajian NKT dilaksanakan pada skala situs produksi, dalam hal ini skala UM. Namun demikian, mengabaikan konteks lanskap yang lebih luas (contoh: aktifitas yang berlangsung di kawasan tetangga, rancangan tata guna lahan di wilayah terkait, keberadaan dan status kawasan lindung, sistem air tawar yang saling terhubung, dll.), dapat meningkatkan risiko terjadinya fragmentasi habitat serta ancaman atau kerusakan pada sebagian NKT.

Beberapa NKT juga dapat ditemukan pada level lanskap (contoh: ekosistem level lanskap, daerah tangkapan air yang besar), NKT lainnya bergantung pada keberadaan mosaik habitat lain yang cocok dalam lanskap yang lebih luas (contoh: nilai air yang penting, populasi spesies langka, terancam atau endemik). Fitur sosial dan biologis kunci dari lanskap yang lebih luas perlu dideskripsikan secara jelas.

Wilayah yang terdampak oleh operasional UM dapat merambah hingga ke luar lokasi proyek yang bisa dipengaruhi oleh infrastruktur yang dibangun untuk mendukung aktifitas produksi. Wilayah yang terpengaruh oleh praktek produksi yang dimediasi secara hidrologis juga merupakan salah satu faktor.

OM adalah pihak utama yang bertanggung jawab untuk pengelolaan NKT di dalam unit UM-nya. Namun, beberapa daerah pengelolaan NKT dirancang untuk mempertahankan sebuah NKT baik di dalam UM maupun di daerah yang terkena pengaruh UM pada lanskap yang lebih luas (misalnya: NKT 4 kualitas air di daerah hilir UM). Pada saat yang sama, mempertahankan NKT di UM tergantung pada area pengelolaan dan cara-cara yang dilakukan di luar UM (misalnya mempertahankan berbagai populasi spesies NKT-1). Wilayah atau area pengelolaan NKT bisa jadi jauh lebih luas daripada lokasi tempat keberadaan NKT. Untuk alasan ini, OM bertanggung jawab untuk terlibat dengan pengelola lahan terdekat dan para pihak yang terkena dampak untuk mengkoordinasikan rencana pengelolaan dan inisiatif di seluruh lanskap yang lebih luas. OM bertanggung jawab untuk menghindari kerusakan NKT di UM mereka dan mempertimbangkan apa yang terjadi di luar UM, serta melibatkan pihak di sekitar UM untuk memecahkan masalah pengelolaan NKT bila memungkinkan.

c. Skala, Intensitas, dan Risiko Operasional

Semakin besar skala, intensitas, dan risiko dari aktifitas operasional bisnis, semakin besar pula upaya yang dibutuhkan untuk melacak, mengidentifikasi, serta memahami karakteristik, distribusi, sensitifitas, dan

kerentanan NKT. Pengkaji perlu memaparkan secara baik potensi dampak serta skala dari operasi yang direncanakan, serta memastikan bahwa upaya pengkajian sudah cukup memadai. Skala merupakan ukuran sejauh mana sebuah aktifitas manajemen atau kegiatan dapat memengaruhi nilai-nilai lingkungan atau sosial atau unit manajemen, dari segi waktu dan ruang. Sebuah aktifitas yang berskala kecil atau rendah hanya memengaruhi sebagian kecil kawasan setiap tahunnya, aktifitas temporal berskala kecil atau rendah hanya berlangsung dalam interval yang panjang. Intensitas merupakan ukuran akan pengaruh, tingkat keparahan, atau kekuatan dari sebuah aktifitas manajemen atau kejadian lainnya yang memengaruhi sifat akan dampak aktifitas terkait. Sedangkan risiko merupakan probabilitas terjadinya dampak negatif yang tidak dapat diterima yang timbul akibat aktifitas dalam unit manajemen yang dikombinasikan dengan tingkat keseriusannya dari segi konsekuensi.

d. Pendekatan Kehati-hatian

Pendekatan Kehati-hatian mengindikasikan bahwa jika terdapat ancaman kerusakan yang parah atau tak-terbalikkan terhadap lingkungan atau ancaman terhadap kesejahteraan manusia, pihak pihak yang bertanggung jawab perlu mengambil langkah-langkah eksplisit dan efektif untuk mencegah kerusakan dan risiko tersebut, walaupun informasi ilmiah masih belum lengkap atau belum selesai, dan ketika kerentanan dan sensitifitas nilai-nilai terkait masih tidak pasti.

Selama pelaksanaan penilaian NKT, bila ada indikasi yang dapat dipercaya dan masuk akal tentang terdapatnya NKT, Organisasi harus mengasumsikan bahwa NKT tersebut ada dan harus mengambil keputusan yang tepat untuk melakukan pengelolaan dan pemantauan. HCVRN mengikuti pendekatan FSC, sebagai berikut: *“Pendekatan kehati-hatian mensyaratkan bahwa ketika informasi yang tersedia menunjukkan bahwa kegiatan pengelolaan menimbulkan ancaman kerusakan parah atau*

permanen pada lingkungan atau ancaman bagi kesejahteraan manusia, Organisasi akan mengambil tindakan tegas dan efektif untuk mencegah kerusakan dan menghindari risiko terhadap kesejahteraan masyarakat, meskipun ketika informasi ilmiah yang ada tidak lengkap atau tidak meyakinkan, dan ketika terjadi ketidakpastian tingkat kerentanan dan sensitivitas nilai-nilai lingkungan.” (FSC 2012b5).

Praktek riilnya bergantung pada situasi dan rencana pemanfaatan lahan/air terkait. Dalam konteks konversi lahan untuk perkebunan, ancamannya kemungkinan lebih parah dibandingkan skenario pengembangan yang terbatas pada gangguan/degradasi habitat. Ketika risiko kehilangan habitat atau pemindahan pemanfaatan sumber daya masyarakat lokal lebih besar, pemakaian pendekatan kehati-hatian menjadi lebih penting lagi. Para pengkaji perlu mengambil langkah untuk menghilangkan keraguan, melalui pengumpulan data atau saran ahli, hingga suatu saat terdapat bukti jelas mengenai absennya sebuah NKT, serta perlu menghindari pemberian status NKT pada nilai-nilai yang tidak sejalan dengan pendekatan NKT.

e. Menginterpretasikan Signifikan dan Kritis dalam Mengidentifikasi NKT

Keputusan mengenai status NKT (yang ada, berpotensi ada, absen) akan dihasilkan dari proses interpretasi terhadap temuan kajian yang dilakukan secara mendalam, yang kemudian membutuhkan proses interpretasi yang disetujui bersama mengenai definisi resmi NKT serta pemakaian yang sesuai terhadap sumber-sumber informasi yang tersedia.

Secara praktis, nilai-nilai yang signifikan merupakan nilai-nilai yang diakui unik, atau luar biasa dibandingkan dengan contoh-contoh lainnya di region yang sama, dikarenakan ukuran, jumlah, frekuensi, kualitas, kepadatan atau kepentingan sosial-ekonominya, atas dasar keberadaan rangka kerja prioritas, data atau peta, atau melalui studi lapangan dan konsultasi yang dilakukan selama kajian NKT. Pemilik dan pengelola lahan serta sumber daya dapat mengenali dan menetapkan signifikansi serta status

NKT berdasarkan salah satu proses berikut:

1. **Penetapan, klasifikasi atau status konservasi yang telah dikenal, yang ditugaskan oleh badan internasional, (contoh: Daftar Merah IUCN, Situs Warisan Dunia UNESCO, Kawasan Kunci Keanekaragaman Hayati – KBA)**
2. **Penetapan oleh otoritas nasional atau regional, atau oleh organisasi non-pemerintah (ornop) yang memiliki reputasi baik, (contoh: negara-negara yang menandatangani Konvensi Keanekaragaman Biologis (CBD) seharusnya memiliki strategi keanekaragaman hayati yang mencakup rencana aksi spesies, kawasan lindung yang diakui secara nasional, serta daftar nasional spesies dilindungi)**
3. **Penetapan mengenai nilai-nilai spesifik yang dilakukan melalui studi lapangan atau konsultasi ahli**
4. **Penetapan sukarela (contoh: oleh organisasi kehutanan atau pertanian), berdasarkan informasi yang tersedia serta konsultasi mengenai nilai-nilai yang diketahui, diduga atau dilaporkan, walaupun tidak diakui secara resmi oleh badan lainnya**

Perlu dicatat bahwa untuk NKT 1, 2, dan 3, nilai-nilainya harus signifikan pada skala nasional atau regional (atau lebih tinggi). NKT 4, 5, dan 6 harus signifikan bagi masyarakat yang bergantung padanya – maka keberadaannya tidak terkait pada skala tertentu namun bersifat absolut dan tidak dapat digantikan.

f. Partisipatoris

Para pemangku Salah satu peranan penting yang dijalankan oleh pengkaji NKT adalah untuk melibatkan para ahli, masyarakat lokal, dan pemangku kepentingan lainnya selama proses kajian NKT. Konsultasi dengan kepentingan berguna untuk:

1. **Membantu pengkaji untuk mengevaluasi keberadaan sebuah nilai.**
2. **Membantu pengelola (atau konsultan) mendesain model pengelolaan yang tepat untuk memelihara nilai terkait.**

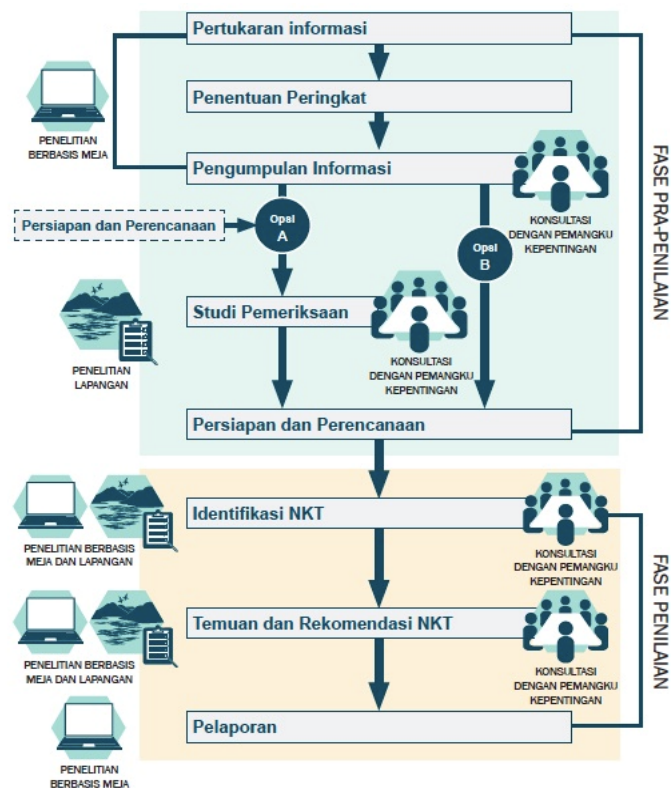
Menginformasikan kepada pemangku kepentingan setempat mengenai keberadaan sebuah nilai dan pentingnya mengaplikasikan pendekatan-pendekatan tertentu untuk memelihara nilai tersebut.

Identifikasi pemangku kepentingan yang akan terdampak oleh atau menanggung biaya dari aktifitas produksi mencakup: (a) Masyarakat lokal yang memanfaatkan jasa atau produk ekosistem, (b) Organisasi dan institusi yang mewakili masyarakat tersebut (di atas), (c) Pihak yang memiliki hak guna komersial yang sah atas sumber daya alam yang akan terdampak oleh

aktifitas pembangunan/produksi, (e) Organisasi lingkungan dan sosial, akademisi, dan peneliti yang mewakili kepentingan umum dan/atau memiliki ketertarikan terhadap bagaimana ekosistem dikelola, dan (f) organisasi pemerintah perlu selalu diinformasikan mengenai perkembangan diskusi walaupun mereka tidak terdampak secara langsung.

3. Penelitian lapangan dalam indentifikasi NILAI KONSERVASI TINGGI kategori 1, 2, 3, 4

Dalam bagian ini, dipaparkan menggunakan contoh metode penelitian lapangan yang dilakukan di area konsesi sektor kehutanan, di Kabupaten Malinau, Kalimantan Utara. Praktik penelitian lapangan NKT untuk kategori 1, 2, 3, dan 4 yang berkaitan dengan pengetahuan dan ketrampilan di bidang biologi-konservasi. Penelitian lapangan untuk identifikasi, pada dasarnya adalah kegiatan pengamatan atau survei tentang mamalia, avifauna, vegetasi, herpetofauna, dsb.



3.1 Survei Tumbuhan (Flora)

Survei menggunakan metode deskriptif dengan tehnik survei dan pengamatan langsung di masing-masing areal yang mewakili tiap tipe ekosistem/tutupan lahan. Tiga tipe ekosistem berhasil diidentifikasi dari areal konsesi, yaitu: Hutan Dipterokarpa dataran rendah, hutan dipterokarpa pegunungan dan Vegetasi Riparian/Hutan Rawa Periodik dan Vegetasi Areal Non Hutan, yang masing-masing tipe ekosistem ini dapat dilihat pada bagian pembahasan tentang komponen penyusunnya. Inventarisasi jenis-jenis tumbuhan dilakukan secara cepat dengan menggunakan metode eksplorasi dan koleksi flora dengan cara jelajah pada jalur pengamatan (transek) yang mewakili tipe ekosistem atau tipe vegetasi di kawasan tersebut, dengan variabel yang diamati adalah jenis tumbuhan dominan penyusun masing-masing ekosistem.

Identifikasi jenis tumbuhan dilakukan dilapangan secara langsung dan mengumpulkan *specimen herbariumnya* (daun, bunga, buah) yang selanjutnya akan diidentifikasi lanjut untuk memastikan taksonominya. Disamping itu juga dilakukan diskusi atau tukar pendapat dengan beberapa ahli botani untuk memastikan identitas jenis tumbuhan dan status konservasinya. Hasil identifikasi selanjutnya dibuat dalam daftar jenis yang dilengkapi dengan status konservasi dan informasi lainnya yang relevan dalam rangka mendeteksi kawasan prioritas di dalam areal konsesi untuk dapat mengidentifikasi NKT 1.2 dan NKT 1.3. Hasil survei tercantum dalam Lampiran 5.

3.2 Survei Avifauna (Aves)

Pengambilan data Burung akan dilakukan dengan metode transek dan *point count* atau IPA¹, metode pengamatan Burung dengan mengamati jenis Burung pada jalur (transek) pengamatan dan dihitung jumlah individu terlihat dalam waktu dan lokasi tertentu. Pengamatan dilakukan dengan berdiri pada titik

¹ Indices Ponctuele d'Abundance – Indeks Kelimpahan pada Titik

tertentu pada transek kemudian mencatat perjumpaan terhadap burung dalam rentang waktu tertentu (Helvoort, 1981). Transek dipilih secara acak maupun berdasarkan perbedaan tipe habitat, yang memungkinkan adanya perbedaan keanekaragaman hayati seperti hutan dataran rendah dan hutan pegunungan.

Jalur pengamatan yang digunakan minimal sepanjang 1 km dengan jarak antar titik sepanjang 250 m (gambar 1). Pada setiap jalur dan plot pengamatan akan dilakukan pengulangan pengamatan sebanyak dua kali, yaitu dilakukan pada pagi hari pukul 06.00-09.00 WIB dan pengulangan pada sore hari pukul 15.00-18.00 WIB. Lama waktu pengamatan pada setiap titik minimal 15 menit. Pendataan burung dilakukan melalui perjumpaan langsung dan tidak langsung (suara). Parameter yang dicatat adalah jenis dan jumlah yang ditemukan dari titik pengamatan. Buku identifikasi burung yang digunakan salah satunya adalah buku identifikasi yang disusun oleh MacKinnon, selain itu pengamat dapat mengambil gambar individu maupun membuat sketsa yang kemudian dilakukan identifikasi lanjut untuk memastikan jenis.

Pengamatan jenis burung dilakukan secara visual menggunakan alat bantu seperti binokular/monokular, dapat dilakukan juga perekaman suara, yang nantinya dikonsultasikan oleh para ahli maupun dengan aplikasi identifikasi di internet. Selain itu untuk mendukung data juga dilakukan wawancara kepada pihak yang terkait. Target narasumber adalah masyarakat disekitar lokasi pengamatan, pihak pengelola (perusahaan) dan pemburu. Kombinasi dari metode ini memastikan inventarisasi menyeluruh burung dan intervensi konservasi yang diperlukan nantinya. Penjelasan lengkap tentang metode, daerah yang disurvei, dan hasilnya diberikan dalam Lampiran 7.

3.3 Survei Mamalia

Pendataan ini akan menggunakan teknik survei jalur transek sepanjang 1 km, pengamatan dengan berjalan perlahan sepanjang garis transek pada setiap tipe hutan dan melakukan pencatatan terhadap spesies dijumpai langsung saat pengamatan. Individu yang terlihat langsung di catat jenis, jumlah dan lokasi yang diambil titik GPS lokasi perjumpaan; jarak satwa dari pengamat; sudut arah satwa dan sudut arah transek. Data jenis-jenis satwa beserta ciri-ciri populasinya yang boleh dicatat hanyalah satwa yang terletak di depan posisi

pengamat. Dalam hal ini tidak diperbolehkan mencatat parameter satwa yang terdapat di belakang posisi pengamat.

Bukti keberadaan satwa selain perjumpaan langsung, beberapa bekas aktivitas yang diketahui seperti: sisa pakan, jejak kaki, bau, suara, garutan dipohon, feses dan tempat bersarang dari mamalia tersebut juga dicatat. Waktu pengamatan mamalia dilakukan pada pagi (Pk 05:30 – 09:00); sore (Pk 14:30 – 18:00) untuk jenis mamalia diurnal dan malam hari (Pk: 20:00 – 01:00) untuk pendataan jenis mamalia nokturnal. Pada setiap lokasi, dilakukan pengamatan dan pengambilan data selama 2-4 hari. Pada saat pengamatan jenis mamalia, dicatat pula tipe habitat yang digunakan saat pertemuan sebagai tempat makan, bermain, bertengger dan tempat istirahat.

Pada saat pengamatan mamalia, dicatat pula kondisi habitat dan faktor lain yang mengancam apabila ditemukan. Setiap jenis mamalia yang dijumpai dicatat ciri khusus dan di foto (guna dijadikan sebagai alat bantu identifikasi pengenalan jenis). Selain itu sampel kotoran, sisa pakan bisa dibawa untuk diamati lebih lanjut. Selain itu untuk jenis mamalia tertentu dapat menangkap spesies tersebut dengan menggunakan perangkap (*trapping*), seperti kelelawar, tikus dll. Informasi mengenai habitat, kondisi hutan dicatat sebagai pendukung data keragaman jenis, ekologi dan pola sebaran spesies mamalia. Wawancara semi terstruktur dengan warga masyarakat dan pemandu lokal juga dilakukan sebagai data pendukung untuk menggali berbagai jenis mamalia lain yang dijumpai oleh warga. Hal ini dilakukan untuk menambah informasi tentang keberadaan jenis dan sejarah informasi perubahan habitat. Lampiran 8 merinci hasil survei mamalia.

3.4 Herpetofauna

Pengumpulan data dilakukan dengan metode *Visual Encounter Survey* yang dimodifikasi dengan *line transect* sepanjang 2 km. Pencarian Herpetofauna dilakukan dengan memeriksa lubang dan akar pohon, genangan dan kolam, serasah dan bebatuan. Jejak kaki dan seretan ekor yang khas, sisa pergantian

kulit ular serta vokalisasi dapat digunakan untuk mengidentifikasi jenis-jenis Herpetofauna yang tidak dijumpai secara langsung. Jenis yang dijumpai dihitung, difoto, dicatat karakteristik habitatnya dan diidentifikasi. Jenis yang tidak dapat diidentifikasi dilapangan, kemudian ditangkap untuk diidentifikasi lebih lanjut. Identifikasi jenis menggunakan Das dan *Inger and Stuebing*, tata nama mengacu pada situs AmphibiaWeb dan The Reptile Database serta buku identifikasi reptilia lain. Untuk mendukung data keanekaragaman herpet ini juga dilakukan wawancara kepada warga sekitar, sebagai data tambahan.

4. Ikan.

Penelitian dilaksanakan di beberapa sungai - memiliki karakteristik bagian **hilir** sungai; memiliki karakteristik bagian **tengah** sungai; dan memiliki karakteristik bagian **hulu** sungai.

Pengumpulan data dilakukan dengan menggunakan pukat (ukuran mata jala 1 $\frac{3}{4}$ "), serokan ikan dan bubu. Pukat digunakan pada sungai dengan kedalaman lebih dari 1 m, sedangkan serokan ikan dan bubu digunakan pada kolam dan sungai dangkal. Ikan yang diperoleh kemudian difoto, dicatat data meristiknya dan dihitung jumlahnya. Identifikasi jenis menggunakan Kottelat dan Froese and Pauly.

Tabel 2. Contoh NKT 1.2 (Identifikasi NKT 1.2 Konsesi Inhutani II, Malinau)

No	Genus / species	IUCN	CITES	UU RI	Endemik
1	<i>Dipterocarpus gracilis</i> Blume	CR		√	
2	<i>Dipterocarpus grandiflorus</i> (Blanco) Blume	CR		√	
3	<i>Dipterocarpus hasseltii</i> Blume	CR		√	
4	<i>Dipterocarpus tempehes</i> Slooten	CR		√	
5	<i>Parashorea malaanonan</i> (Blanco) Merr.	CR			
6	<i>Shorea hopeifolia</i> (Heim) Symington	CR			
7	<i>Shorea johorensis</i> Foxw.	CR			
8	<i>Vatica sarawakensis</i> Heim	CR			
9	<i>Vatica venulosa</i> Blume	CR			

Tabel 3. Contoh NKT 1.3 (Identifikasi NKT 1.3 Konsesi Inhutani II, Malinau)

	Taksonomi				Status Konservasi				NKT
	Familia		Nama Ilmiah	Nama Umum	IUCN	CITES	PP RI	Endemik	
1	Cercopithecidae	1	<i>Macaca fascicularis</i>	Long-tailed macaque	LC	App II			1.3
		2	<i>Presbytis hosei</i>	Hose's langur	VU	App II		Borneo	1.3
2	Cervidae	3	<i>Muntiacus atherodes</i>	Bornean yellow muntjac	LC			Borneo	1.3
		4	<i>Rusa unicolor</i>	Sambar deer	VU		DL		1.3
3	Felidae	5	<i>Prionailurus bengalensis</i>	Leopard cat	LC	App II	DL		1.3
4	Hylobatidae	6	<i>Hylobates muelleri</i>	Bornean gibbon	EN	App I	DL	Borneo	1.3
5	Hystriidae	7	<i>Hystrix brachyura</i>	Common porcupine	LC		DL		1.3
6	Muridae	8	<i>Niviventer cremoriventer</i>	Dark-tailed tree rat	VU				1.3
7	Mustelidae	9	<i>Aonyx cinerea</i>	Oriental small-clawed otter	VU	App II			1.3
		10	<i>Lutra perspicillata</i>	Smooth otter	VU	App II			1.3
8	Sciuridae	11	<i>Exilisciurus exilis</i>	Least pygmy squirrel	DD			Borneo	1.3
		12	<i>Iomys horsfieldi</i>	Horsfield's flying squirrel	LC		DL		1.3
		13	<i>Lariscus insignis</i>	Three-striped ground squirrel	LC		DL		1.3
		14	<i>Ratufa affinis</i>	Giant squirrel	NT	App II			1.3
		15	<i>Sundasciurus brookei</i>	Brooke's squirrel	LC			Borneo	1.3
9	Suidae	16	<i>Sus barbatus</i>	Bearded pig	VU				1.3
10	Tragulidae	17	<i>Tragulus javanicus</i>	Lesser mouse-deer	LC		DL		1.3
		18	<i>Tragulus napu</i>	Greater mouse-deer	LC		DL		1.3
11	Ursidae	19	<i>Helarctos malayanus</i>	Sun bear	VU	App I	DL		1.3
12	Viverridae	20	<i>Diplogale derbyanus</i>	Banded palm civet	VU	App II			1.3

Tabel 4. Contoh Identiikasi NKT 1.3 Avifauna (Identifikasi NKT 1.3 PT. Inhutani II, Malinau)

Suku	No.	Nama		NKT	Status Konservasi		
		Indonesia	Ilmiah		UU/PP	IUCN	CITES
Accipitridae	1	Elang brontok	<i>Nisaetus cirrhatus</i>	1.3	AB		II
	2	Elang gunung	<i>Nisaetus alboniger</i>	1.3	AB		II
	3	Elang hitam	<i>Ictinaetus malayensis</i>	1.3	AB		II

	4	Elang kelelawar	<i>Macheiramphus alcinus</i>	1.3	AB		II
	5	Elang Wallace	<i>Spizaetus nanus</i>	1.3	AB	VU	II
	6	Elang-ikan kecil	<i>Ichthyophaga humilis</i>	1.3	AB	NT	II
	7	Elang-ular bido	<i>Spilornis cheela</i>	1.3	AB		II
Aegithinidae	8	Cipoh Jantung	<i>Aegithina viridissima</i>				
Alcedinidae	9	Cekakak batu	<i>Lacedo pulchella</i>	1.3	AB		
	10	Cekakak-hutan Melayu	<i>Actenoides concretus</i>	1.3	AB	NT	
	11	Raja-udang kalung-biru	<i>Alcedo euryzona</i>	1.3	AB	VU	
	12	Raja-udang meninting	<i>Alcedo meninting</i>	1.3	AB		
	13	Udang api	<i>Ceyx erithaca</i>	1.3	AB		
	14	Udang punggung-merah	<i>Ceyx rufidorsa</i>	1.3	AB		
Ardeidae	15	Kuntul perak	<i>Egretta intermedia</i>	1.3	AB		
Bucerotidae	16	Eggang cula	<i>Buceros rhinoceros</i>	1.3	AB	NT	II
	17	Eggang klihingan	<i>Anorrhinus galeritus</i>	1.3	AB		II
	18	Julang emas	<i>Rhyticeros undulatus</i>	1.3	AB		II
	19	Julang jambul-hitam	<i>Aceros corrugatus</i>	1.3	AB	NT	II
	20	Kangkareng hitam	<i>Anthraceros malayanus</i>	1.3	AB	NT	II
	21	Rangkong gading	<i>Rhinoplax vigil</i>	1.3	AB	NT	I
Capitonidae	22	Takur topi-merah	<i>Megalaima henricii</i>	1.3		NT	
	23	Takur tutut	<i>Megalaima rafflesii</i>	1.3		NT	
Chloropseidae	24	Cica-daun kecil	<i>Chloropsis cyanopogon</i>	1.3		NT	
Corvidae	25	Tangkar kambing	<i>Platysmurus leucopterus</i>	1.3		NT	
Dicaeidae	26	Pentis Kalimantan	<i>Prionochilus xanthopygius</i>	1.3		Endemik	
	27	Pentis kumbang	<i>Prionochilus thoracicus</i>	1.3		NT	
Estrildidae	28	Bondol Kalimantan	<i>Lonchura fuscans</i>	1.3		Endemik	
Eurylaimidae	29	Madi-hijau kecil	<i>Calyptomena viridis</i>	1.3		NT	
Muscicapidae	30	Sikatan-rimba dada-kelabu	<i>Rhinomyias umbratilis</i>	1.3		NT	
Nectariniidae	31	Burung-madu kelapa	<i>Anthreptes malacensis</i>	1.3	AB		
	32	Burung-madu pengantin	<i>Leptocoma sperata</i>	1.3	AB		
	33	Burung-madu polos	<i>Anthreptes simplex</i>	1.3	B		
	34	Burung-madu sepah-raja	<i>Aethopyga siparaja</i>	1.3	AB		
	35	Burung-madu sriganti	<i>Cinnyris jugularis</i>	1.3	AB		
	36	Pijantung besar	<i>Arachnothera robusta</i>	1.3	AB		
	37	Pijantung kampung	<i>Arachnothera crassirostris</i>	1.3	AB		
	38	Pijantung kecil	<i>Arachnothera longirostra</i>	1.3	AB		
	39	Pijantung tasmak	<i>Arachnothera flavigaster</i>	1.3	AB		
Phasianidae	40	Kuau raja	<i>Argusianus argus</i>	1.3	AB	NT	II
	41	Sempidan biru	<i>Lophura ignita</i>	1.3		NT	

	42	Sempidan Kalimantan	<i>Lophura bulweri</i>	1.3	A	VU	
Picidae	43	Caladi badok	<i>Meiglyptes tukki</i>	1.3		NT	
	44	Caladi batu	<i>Meiglyptes tristis</i>				
	45	Pelatuk ayam	<i>Dryocopus javensis</i>				
	46	Pelatuk kundang	<i>Reinwardtipicus validus</i>				
	47	Pelatuk raffles	<i>Dinopium rafflesii</i>	1.3		NT	
	48	Tukik tikus	<i>Sasia abnormis</i>				
Pittidae	49	Paok bidadari	<i>Pitta nympha</i>	1.3	B	VU	II
	50	Paok delima	<i>Pitta granatina</i>	1.3	AB	NT	
Platysteiridae	51	Philentoma kerudung	<i>Philentoma velatum</i>	1.3		NT	
Psittacidae	52	Nuri tanau	<i>Psittinus cyanurus</i>	1.3		NT	II
	53	Serindit Melayu	<i>Loriculus galgulus</i>	1.3			II
Pycnonotidae	54	Cucak kelabu	<i>Pycnonotus cyaniventris</i>	1.3		NT	
	55	Cucak rumbai-tungging	<i>Pycnonotus eutilotus</i>	1.3		NT	
	56	Cucak sakit-tubuh	<i>Pycnonotus melanoleucos</i>	1.3		NT	
	57	Empuloh leher-kuning	<i>Criniger finschii</i>	1.3		NT	
Rhipiduridae	58	Kipasan belang	<i>Rhipidura javanica</i>	1.3	AB		
Sturnidae	59	Tiong emas	<i>Gracula religiosa</i>	1.3	AB		II
Strigidae	60	Beluk ketupa	<i>Ketupa ketupu</i>	1.3			II
	61	Celepuk reban	<i>Otus lempiji</i>	1.3			II
	62	Pungguk coklat	<i>Ninox scutulata</i>	1.3			II
Timaliidae	63	Asi topi-jelaga	<i>Malacopteron affine</i>	1.3		NT	
	64	Berencet Kalimantan	<i>Ptilocichla leucogrammica</i>	1.3		NT	
	65	Ciung-air pongpong	<i>Macronous ptilosus</i>	1.3		NT	
	66	Pelanduk dada-putih	<i>Trichastoma rostratum</i>	1.3		NT	
	67	Tepus kaban	<i>Stachyris nigricollis</i>	1.3		NT	
	68	Tepus merbah-sampah	<i>Stachyris erythroptera</i>	1.3		NT	
	69	Tepus tunggir-merah	<i>Stachyris maculata</i>	1.3		NT	
	70	Wergan coklat	<i>Alcippe brunneicauda</i>	1.3		NT	
Trogonidae	71	Luntur kasumba	<i>Harpactes kasumba</i>	1.3	AB	NT	
	72	Luntur putrid	<i>Harpactes duvaucelii</i>	1.3	AB	NT	
Turdidae	73	Kucica Kalimantan	<i>Copsychus stricklandii</i>	1.3	Endemik		
	74	Meninting cegar	<i>Enicurus ruficapillus</i>	1.3		NT	
Tytonidae	75	Serak bukit	<i>Phodilus badius</i>	1.3			II
JUMLAH							

Kotak 1. Spesies Kunci Untuk Identifikasi NKT 2.3 (Identifikasi NKT 2.3 PT.Inhutani II, Maliau)

Spesies Kunci Untuk Identifikasi NKT 2.3 (Identifikasi NKT 2.3 PT.Inhutani II, Maliau)

Untuk mengidentifikasi lanskap NKT 2.3 digunakan spesies yang memiliki cakupan luas dan kepadatan rendah, misalnya Beruang Madu (*Helarctos malayanus*) dan Kuau Raja (*Argusianus argus*). Macan dahan selain sebagai predator utama, juga termasuk spesies yang memiliki cakupan luas dengan kepadatan rendah. Macan dahan memang tidak teridentifikasi secara langsung ketika penelitian, namun keberadaannya diyakini ada sesuai dengan laporan keberadaan oleh staff perusahaan maupun oleh orang lokal.

Tahapan identifikasi NKT 2.3 adalah: (1) Mengidentifikasi spesies yang dapat bertindak sebagai perwakilan/proksi untuk mengkaji skala lanskap yang dibutuhkan di bawah NKT 2.3, misalnya cakupan kelompok/individu dari spesies yang memiliki cakupan luas dan kepadatan rendah; (2) Mengidentifikasi spesies yang merupakan perwakilan/proksi akurat bagi komposisi spesies alami di dalam lanskap, misalnya predator tingkat tinggi dan kelompok dari spesies yang mudah teridentifikasi dan menempati habitat/kantong yang luas di dalam lanskap, (3) Sesuai dengan Perangkat, lanskap alami yang telah teridentifikasi dan ditetapkan sebagai NKT 1.1, 2.1, dan 2.2, juga dianggap sebagai lanskap NKT 2.3 potensial.

Seluruh predator yang lebih tinggi (Macan Dahan dan Elang Wallace) serta spesies dengan cakupan luas dan kepadatan rendah (Beruang Madu dan Kuau Raja), seluruhnya terancam atau dilindungi oleh undang-undang (dan tercakup di bawah NKT 1.3). Mereka juga merupakan perwakilan yang tepat untuk komposisi alami dalam lanskap.

Klompiau *Hylobates muelleri*: Klompiau atau Bornean gibbon merupakan spesies endemic Pulau Kalimantan dan terbagi menjadi tiga sub-spesies. Penyebaran masing-masing sub-spesies terbagi pada area Timur, Utara dan Barat Laut Pulau Kalimantan. Klompiau menempati relung habitat di bagian kanopi pepohonan, dan berpindah tempat dengan hanya berayun-ayun di antara kanopi. Keberadaan spesies ini dalam area hutan mengindikasikan bahwa hutan masih dalam keadaan bagus karena masih ada kesinambungan antara tajuk pohon.

Kucing hutan *Prionailurus bengalensis*: Kucing hutan merupakan karnivora kecil yang memakan beraneka ragam mangsa dari mulai serangga, kadal kecil, katak, telur burung dan bayi burung, serta mamalia kecil. Populasi karnivora kecil ini dalam jumlah yang cukup mengindikasikan proses ekologi yang sehat yang mendukung hewan di tingkat yang lebih rendah pada rantai/jaring makanan.

Elang: Sebagian besar elang dapat bertahan hidup di beragam habitat termasuk habitat yang terganggu dan hutan mosaik, tetapi adanya spesies ini secara lengkap sebagaimana diharapkan pada suatu wilayah dapat menjadi indikasi adanya beragam spesies mangsa dan proses lanskap yang sehat.

Bucerotidae: Rangkong, Julang ataupun Enggang memiliki cakupan kawasan yang luas dan penting terutama demi distribusi biji buah-buahan yang dimakannya di seluruh bagian lanskap. Kecenderungan populasi dari spesies yang mudah dikenali ini menunjukkan dampak umum yang terjadi di lanskap secara keseluruhan.

Columbidae: *Delimukan, Pergam, Punai, serta Terkukur merupakan burung-burung pemakan biji dan membantu penyebaran biji, terutama biji pohon ara. Burung-burung tersebut menyebarkan biji-biji pohon ara, sehingga pohon ara dapat tumbuh di pulau kecil yang berbatu-batu*

4. SINTESIS

Saat ini di Indonesia, Asia Tenggara, dan Papua Nugini, para praktisi dan profesional yang memiliki keahlian dan pengalaman lapang dalam pelaksanaan kajian penilaian NKT serta implementasi pengelolaan dan monitoring NKT masih terbatas jumlahnya. Khususnya Situasi di Indonesia, pada aspek teknis keanekaragaman hayati dan jasa ekosistem bahkan masih didominasi oleh para penilai lapangan dan penasehat ahli ekspatriat (bukan warganegara Indonesia). Pada sisi yang berbeda, disiplin ilmu biologi-konservasi di Indonesia, memiliki potensi besar untuk mengembangkan situasi pasar tenaga kerja dan profesi untuk memenuhi kebutuhan berkaitan dengan implementasi pendekatan NKT di

Indonesia dan Asia Tenggara.

Dalam beberapa kasus, kajian NKT dapat dijalankan oleh tim pengelola perusahaan. Dalam kasus lainnya, sebuah standar dapat mensyaratkan bahwa kajian NKT perlu dijalankan oleh tim independen (misalnya skema sertifikasi RSPO). Manajer OM dapat mempekerjakan ahli untuk menjalankan tugas-tugas tertentu jika kapasitas internal perusahaan dirasa kurang, jika kredibilitas kajian dapat ditingkatkan apabila dilakukan oleh tim independen, atau jika kepercayaan masyarakat lokal mensyaratkan keterlibatan pihak ketiga. Pengkaji NKT harus berpengalaman dengan ekosistem yang dikaji; hal ini mengurangi sebagian risiko yang terjadi dengan kajian cepat (rapid assessment). Jika memungkinkan, setiap pengkaji eksternal perlu bekerja sama atau berkonsultasi dengan ahli-ahli lokal dan regional. Laporan NKT perlu merinci komposisi dan kualifikasi anggota tim pengkaji serta keahlian masing-masing dalam nilai-nilai biologis dan sosial.

Perguruan tinggi yang memberikan layanan pendidikan di disiplin biologi-konservasi sudah saatnya meninjau kembali standar kompetensi dan kompetensi lulusan mata-kuliah yang relevan dengan pendekatan NKT - untuk menangkap peluang kebutuhan tenaga kerja dan profesional di bidang ini. Peninjauan kembali dimensi pembelajaran yang meliputi substansi, metode dan lingkungan belajar, serta hasil belajar yang dapat mempromosikan pencapaian kompetensi-kompetensi yang dibutuhkan dalam bidang kerja yang terkait pendekatan NKT (kajian penilaian, pengelolaan, dan monitoring).

Dibawah ini disampaikan gambaran komposisi generik dari Tim Pengkajian Penilaian NKT oleh pihak independen untuk sebuah Pengkajian Penilaian NKT atas operasi perusahaan yang berpotensi risiko sedang dan tinggi terhadap pengelolaan NKT di tingkat landscape yang lebih-luas. Informasi tentang peran, keahlian, dan pengalaman diharapkan dapat menjadi asupan dalam kajian pengembangan standar kompetensi dan kompetensi lulusan fakultas, jurusan, atau mata kuliah tertentu yang berkaitan dengan biologi-konservasi.

Tabel 5. Komposisi Generik Tim Pengkajian Penilaian NKT (Copyright PT.Ekologika

Consultants)

Posisi & Peran	Keahlian & Pengalaman
Assessment Team Leader <ul style="list-style-type: none"> - melaksanakan penelitian lapangan cepat/awal (studi pelingkupan) - memimpin penentuan identifikasi potensial NKT - mengidentifikasi skala, dampak, dan risiko operasional UM/OM - mengidentifikasi kesenjangan - mengembangkan rancangan penelitian lapangan untuk seluruh kebutuhan dalam kategori NKT - mengembangkan rancangan konsultasi publik - memimpin (koordinasi) pelaksanaan penelitian lapangan - memimpin verifikasi penentuan identifikasi NKT - memandu analisis ancaman terhadap NKT - memandu penentuan area pengelolaan NKT lintas kategori NKT - memandu penyusunan rekomendasi pengelolaan NKT lintas kategori NKT - memandu penyusunan rekomendasi monitoring NKT lintas kategori NKT - memimpin (koordinasi) penyusunan/kompilasi laporan NKT - memimpin (koordinasi) pelaksanaan konsultasi publik 	<ul style="list-style-type: none"> - Lebih disukai yang telah memiliki Lisensi Pimpinan Tim Assessment NKT dari HCVRN (tetapi Skema RSPO mewajibkan) - Lebih disukai yang memiliki latarbelakang akademis bidang ekologi dan konservasi - manajemen konservasi, kehutanan, agro-forestri - memahami undang-undang dan peraturan tentang usaha perkebunan dan kehutanan - memahami undang-undang dan peraturan tentang konservasi, kehutanan, dan perlindungan lingkungan hidup - memahami pendekatan lanskap - memahami prinsip-prinsip pembangunan berkelanjutan atau <i>sustainability</i> - memahami jasa-jasa ekosistem (pengaturan dan pendukung, penyediaan, kebudayaan) - memahami studi dampak lingkungan, dan studi dampak sosial - mengenal penggunaan sistem informasi geografi (GIS) - memiliki pengalaman penelitian lapangan (lebih disukai yang memiliki pengalaman di wilayah kajian penilaian) - memahami pendekatan NKT (identifikasi, pengelolaan, monitoring NKT) - memahami pendekatan inklusif (partisipatori multi-pihak)
Pimpinan Penelitian Lapangan Ekologi-Sosial <ul style="list-style-type: none"> - melaksanakan penelitian lapangan cepat/awal (studi pelingkupan) - menentukan identifikasi potensial NKT 5 dan NKT 6 - mengidentifikasi kesenjangan penetapan potensial NKT 5 dan NKT 6 - mengembangkan pengumpulan data sekunder (kebutuhan dasar dan budaya masyarakat) - mengembangkan rancangan penelitian lapangan untuk seluruh kebutuhan dalam 	<ul style="list-style-type: none"> - Lebih disukai yang memiliki latarbelakang akademis bidang sosiologi dan antropologi, atau antro-po-ekologi - pengembangan penghidupan berkelanjutan (<i>sustainable livelihood</i>) - pengembangan masyarakat (<i>community development</i>) - memahami undang-undang dan peraturan tentang perkebunan dan kehutanan yang berkaitan dengan pengembangan masyarakat,

<p>kategori NKT 5 dan NKT 6</p> <ul style="list-style-type: none"> - mengembangkan rancangan konsultasi tingkat masyarakat lokal (termasuk masyarakat adat), dan proses mendapatkan persetujuan penelitian lapangan dari komunitas lokal (termasuk masyarakat adat) dan pemerintah desa - memimpin pelaksanaan penelitian lapangan NKT 5 dan NKT 6 - memimpin penentuan identifikasi NKT 5 dan NKT 6 - memandu analisis ancaman terhadap NKT 5 dan NKT 6 - memandu penentuan area pengelolaan 5 dan NKT 6 - memandu penyusunan rekomendasi pengelolaan NKT 5 dan NKT 6 - memandu penyusunan rekomendasi monitoring NKT 5 dan NKT 6 - penyusunan laporan survei ekologi-sosial (5 dan NKT 6) - menentukan kebutuhan pemetaan untuk pengelolaan NKT 5 dan NKT 6 - melaksanakan konsultasi publik 	<p>termasuk tanggung-jawab sosial dan lingkungan hidup perusahaan</p> <ul style="list-style-type: none"> - memahami pendekatan perlindungan hak, PADIATAPA (<i>free prior informed consent</i>) masyarakat setempat termasuk masyarakat adat - memahami pendekatan lanskap sosial budaya - memahami prinsip-prinsip pembangunan berkelanjutan atau <i>sustainability</i> - memahami jasa-jasa ekosistem (pengaturan dan pendukung, penyediaan, kebudayaan) - memahami studi dampak lingkungan, dan studi dampak sosial - memiliki pengalaman penelitian lapangan bidang-bidang sosial (lebih disukai yang memiliki pengalaman di wilayah kajian penilaian) - memahami pendekatan inklusif (partisipatori multi-pihak) - memahami pendekatan NKT (identifikasi, pengelolaan, monitoring NKT) khususnya Kategori NKT 4, NKT 5, dan NKT 6 - memahami metode penelitian lapangan partisipatoris (<i>Perangkat Rapid/Participatory Rural Apraisal</i>) - memahami pengelolaan data sekunder - memahami teknis pengumpulan data primer
<p>Pimpinan Penelitian Lapangan Keanekaragaman Hayati dan Jasa Ekosistem</p> <ul style="list-style-type: none"> - melaksanakan penelitian lapangan cepat/awal (studi pelingkupan) - menentukan identifikasi potensial NKT 1, NKT 2, NKT 3, dan NKT 4 - mengidentifikasi kesenjangan penetapan potensial NKT 1, NKT 2, NKT 3, dan NKT 4 - mengembangkan pengumpulan data sekunder (ekologi lanskap, keanekaragaman hayati, lingkungan dan jasa ekosistem pengaturan dan pendukung) - mengembangkan rancangan penelitian lapangan untuk seluruh kebutuhan dalam kategori NKT 1, NKT 2, NKT 3, dan NKT 4 - mengembangkan rancangan konsultasi tingkat masyarakat lokal (ekologi lanskap, keanekaragaman hayati, lingkungan dan jasa ekosistem pengaturan dan pendukung) - memimpin pelaksanaan penelitian lapangan 	<ul style="list-style-type: none"> - Lebih disukai yang memiliki latarbelakang akademis bidang biologi, konservasi, ekologi - pengembangan konservasi jenis (endemik, sebaran terbatas, dilindungi, terancam punah) - pengembangan konservasi ekosistem (terancam, langka, esensial, penting) dan hutan-terfragmentasi-terdegradasi - memahami pendekatan lanskap ekologi (sumberdaya alam dan lingkungan) - memahami kerangka rehabilitasi dan restorasi ekosistem - memahami undang-undang dan perlindungan berkaitan dengan konservasi area/kawasan dan konservasi jenis - memahami prinsip-prinsip pembangunan berkelanjutan atau <i>sustainability</i> - memahami jasa-jasa ekosistem (pengaturan dan pendukung, penyediaan, kebudayaan)

<p>NKT 1, NKT 2, NKT 3, dan NKT 4</p> <ul style="list-style-type: none"> - memimpin penentuan identifikasi NKT 1, NKT 2, NKT 3, dan NKT 4 - memandu analisis ancaman terhadap NKT 1, NKT 2, NKT 3, dan NKT 4 - memandu penentuan area pengelolaan NKT 1, NKT 2, NKT 3, dan NKT 4 - memandu penyusunan rekomendasi pengelolaan NKT 1, NKT 2, NKT 3, dan NKT 4 - memandu penyusunan rekomendasi monitoring NKT 1, NKT 2, NKT 3, dan NKT 4 - penyusunan laporan survei Keanekaragaman Hayati dan Jasa Ekosistem (NKT 1, NKT 2, NKT 3, dan NKT 4) - menentukan kebutuhan pemetaan untuk pengelolaan NKT 1, NKT 2, NKT 3, dan NKT 4 - melaksanakan konsultasi publik 	<ul style="list-style-type: none"> - memahami studi dampak lingkungan dan studi-studi inventarisasi jenis flora dan fauna - memiliki pengalaman penelitian lapangan bidang biologi dan konservasi (lebih disukai yang memiliki pengalaman di wilayah kajian penilaian) - memahami pendekatan inklusif (partisipatori multi-pihak) - memahami pendekatan NKT (identifikasi, pengelolaan, monitoring NKT) khususnya Kategori NKT 1, NKT 2, NKT 3, dan NKT 4 - memahami metode penelitian lapangan mamalia, avifauna, tumbuhan, herpetofauna, dsb - memahami pengelolaan data sekunder - memahami teknis pengumpulan data primer
<p>Analisis spasial (GIS)</p> <ul style="list-style-type: none"> - Mengumpulkan dan mengelola data-data spasial yang berupa vektor dan raster. - Mendefinisikan lanskap penilaian melalui analisis spasial - Interpretasi Citra satelit/Mengolah data citra satelit menjadi penutupan lahan (landcover) atau yang lainnya. - Melakukan <i>ground check</i> penutupan lahan dan DEM/SRTM - Melakukan perhitungan Indeks Bahaya Erosi (metode RUSLE), pembuatan kelerengan, DAS dan sungai dari data DEM/SRTM, Curah hujan dan Jenis Tanah. - Pembuatan proxy Ekosistem dari hasil ground check dan hasil interpretasi citra satelit. - Deliniasi dan analisis area keberadaan NKT - Deliniasi area pengelolaan NKT - Pemetaan peta-peta dasar seperti Kelerengan, jenis tanah, geologi, tutupan lahan, tataguna lahan dll dan pemetaan NKT 1 – 6 	<ul style="list-style-type: none"> - Mempunyai latar belakang akademis Geodesi, Geografi atau Kehutanan yang mempunyai kemampuan GIS dan analisis spasial - Ahli dalam menggunakan software GIS dan analisis spasial (ArcView/ArcGIS 10; ERDAS Imagine, IDRISI -). - Mempunyai pengalaman tentang Spatial Planning/Perencanaan Spasial di Indonesia - Mempunyai pengetahuan tentang pengelolaan sumber daya alam - Mempunyai pemahaman tentang pendekatan NKT (identifikasi, pengelolaan, monitoring NKT) secara umum
<p>Peneliti Lapangan Lingkungan (environmental, dan jasa ekosistem pengaturan dan penunjang)</p> <ul style="list-style-type: none"> - mengumpulkan data sekunder (sungai, 	

<p>lereng, jenis tanah, tutupan hutan, kejadian banjir, kekeringan, kebakaran, longsor)</p> <ul style="list-style-type: none"> - menyusun dokumentasi penelitian lapangan untuk seluruh kebutuhan dalam kategori NKT 4 - melaksanakan konsultasi tingkat tingkat masyarakat untuk mendapatkan informasi lebih banyak terkait NKT 4 - Melaksanakan penelitian NKT 4. Mengumpulkan data primer (pengukuran kecerahan air, kedalaman, kelerengan) - Mengusulkan penentuan identifikasi NKT 4 - Mengusulkan ancaman NKT 4 - Mengusulkan area NKT dan area pengelolaan NKT 4 - Mengusulkan rekomendasi pengelolaan NKT 4 - Mengusulkan rekomendasi monitoring NKT 4 - Menyusun laporan penelitian lapangan jasa ekosistem (NKT 4) 	<ul style="list-style-type: none"> - Lebih disukai yang memiliki latarbelakang akademis konservasi, ekologi dan lingkungan - memahami pendekatan lansekap ekologi (sumberdaya alam dan lingkungan) - memahami undang-undang dan perlindungan berkaitan dengan konservasi sumberdaya alam - memahami prinsip-prinsip pembangunan berkelanjutan atau <i>sustainability</i> - memahami jasa-jasa ekosistem (pengaturan dan pendukung, penyediaan) - memiliki pengalaman penelitian konservasi tanah dan konservasi air - memahami cara penggunaan alat, melakukan pengukuran dan teknik penelitian lapangan yang ditentukan untuk seluruh kebutuhan dalam kategori NKT 4 - memahami pendekatan NKT (identifikasi, pengelolaan, monitoring NKT) khususnya kategori NKT 4
<p>Peneliti Lapangan Tingkat Taksa (Flora, Mamalia, Aves, Herpetofauna, dsb. - Tergantung Lanskap dan tingkat risiko operasional)</p> <ul style="list-style-type: none"> - Melakukan konsultasi dengan ahli sesuai dengan bidangnya - mengumpulkan data sekunder mengenai potensi kehadiran NKT 1, NKT 2, NKT 3 (sesuai taksa keahliannya) - menyusun dokumentasi penelitian lapangan untuk seluruh kebutuhan dalam kategori NKT 1, NKT 2, NKT 3 (sesuai taksa keahliannya) - melaksanakan konsultasi tingkat tingkat masyarakat untuk mendapatkan informasi lebih banyak terkait NKT 1, NKT 2, NKT 3 (sesuai taksa keahliannya) - melaksanakan verifikasi lokasi sampel, memastikan keterwakilan ekosistem pada lanskap kajian - Melaksanakan penelitian lapangan NKT 1, NKT 2, NKT 3 (sesuai taksa keahliannya), melakukan konfirmasi tentang keberadaan nilai NKT 1, NKT 2, NKT 3 - Mengusulkan penentuan identifikasi NKT 1, NKT 2, NKT 3 	<ul style="list-style-type: none"> - Mempunyai latar belakang akademis biologi, ekologi, atau kehutanan yang mempunyai kemampuan melakukan survei bidang keanekaragaman hayati (sesuai taksa keahliannya) - Memiliki pengalaman menyusun laporan penelitian lapangan - Pengelolaan sumber daya alam dan keanekaragaman hayati - Penjangkauan/pendidikan/ teknis intepratasi lingkungan hidup - Memiliki pengalaman penelitian lapangan sesuai taksa keahliannya (lebih disukai yang memiliki pengalaman di wilayah kajian penilaian) - memahami pendekatan NKT (identifikasi, pengelolaan, monitoring NKT) khususnya Kategori NKT 1, NKT 2, NKT 3 - memahami metode penelitian lapangan secara cepat (sesuai taksa keahliannya) - melaksanakan pengumpulan dan pengelolaan data sekunder sesuai protokol/manual

<ul style="list-style-type: none"> - Mengusulkan ancaman NKT 1, NKT 2, NKT 3 - Mengusulkan area NKT dan area pengelolaan NKT 1, NKT 2, NKT 3 - Mengusulkan rekomendasi pengelolaan NKT 1, NKT 2, NKT 3 - Mengusulkan rekomendasi monitoring NKT 1, NKT 2, NKT 3 - Menyusun laporan penelitian lapangan sesuai taksa keahliannya dalam kontek pengkajian penilaian NKT 1, NKT 2, NKT 3 	<ul style="list-style-type: none"> - menggunakan teknis-teknis pengumpulan data primer yang telah ditentukan
<p>Peneliti Lapangan Ekologi-Sosial</p> <ul style="list-style-type: none"> - mengumpulkan data sekunder (kebutuhan dasar dan budaya masyarakat) yang tersedia di tingkat lokal. - menyusun dokumentasi penelitian lapangan untuk seluruh kebutuhan dalam kategori NKT 5 dan NKT 6 - melaksanakan konsultasi tingkat masyarakat lokal (termasuk masyarakat adat), dan proses mendapatkan persetujuan penelitian lapangan dari komunitas lokal (termasuk masyarakat adat) dan pemerintah desa - melaksanakan penelitian lapangan NKT 5 dan NKT 6 - mengusulkan penentuan identifikasi NKT 5 dan NKT 6 - mengusulkan analisis ancaman terhadap NKT 5 dan NKT 6 - mengusulkan penentuan area pengelolaan 5 dan NKT 6 	<ul style="list-style-type: none"> - Lebih disukai yang memiliki latarbelakang akademis bidang sosiologi dan antropologi, atau antro-po-ekologi - pengembangan penghidupan berkelanjutan (<i>sustainable livelihood</i>) - pengembangan masyarakat (<i>community development</i>) - penjangkauan/pendidikan/ teknis intepratasi lingkungan hidup, dan komunikasi lintas budaya - Memiliki pengalaman menyusun laporan penelitian lapangan - memahami pendekatan perlindungan hak, PADIATAPA (<i>free prior informed consent</i>) masyarakat setempat termasuk masyarakat adat - memahami prinsip-prinsip pembangunan berkelanjutan atau <i>sustainability</i> - memahami jasa-jasa ekosistem (pengaturan dan pendukung, penyediaan, kebudayaan)

<ul style="list-style-type: none">- mengusulkan rekomendasi pengelolaan NKT 5 dan NKT 6- mengusulkan rekomendasi monitoring NKT 5 dan NKT 6- penyusunan laporan survei ekologi-sosial (5 dan NKT 6)	<ul style="list-style-type: none">- memiliki pengalaman penelitian lapangan bidang-bidang sosial (lebih disukai yang memiliki pengalaman di wilayah kajian penilaian)- memiliki pengalaman memfasilitasi proses inklusif di tingkat lokal (lebih disukai yang memiliki pengalaman pendampingan warga masyarakat lokal wilayah kajian penilaian)- memahami pendekatan inklusif (partisipatori multi-pihak)- memahami pendekatan NKT (identifikasi, pengelolaan, monitoring NKT) khususnya Kategori NKT 4, NKT 5, dan NKT 6- memahami metode penelitian lapangan partisipatoris (Perangkat <i>Rapid/Participatory Rural Appraisal</i>) dan pemetaan partisipatif- melaksanakan pengumpulan dan pengelolaan data sekunder sesuai protokol/manual- menggunakan teknis-teknis pengumpulan data primer yang telah ditentukan
---	--

DAFTAR PUSTAKA

- Brown, E., N. Dudley, A. Lindhe, D.R. Muhtaman, C. Stewart, and T. Synnott (eds.). 2013 (October). Common guidance for the identification of High Conservation Values. HCV Resource Network.
- Jennings, S., R. Nussbaum, N. Judd, and T. Evans (2003). *The High Conservation Value Forest Toolkit, Edition 1, December 2003*. ProForest. Oxford UK.
- Jaringan NKT Indonesia. 2013. Panduan Pengelolaan dan Pemantauan Nilai Konservasi Tinggi. IFACS-USAID. Jakarta.

- Konsorsium Revisi HCV Toolkit Indonesia. 2009. *Panduan Identifikasi Kawasan Bernilai Konservasi Tinggi di Indonesia*. Tropenbos International Indonesia Programme, Bogor.
- (2015) Laporan Konsultasi Publik, Kajian Penilaian Nilai Konservasi Tinggi PT.Inhutani II, Kabupaten Malinau, Kalimantan Utara

KEBIJAKAN KONSERVASI SUMBER DAYA HAYATI

Nita Kartika

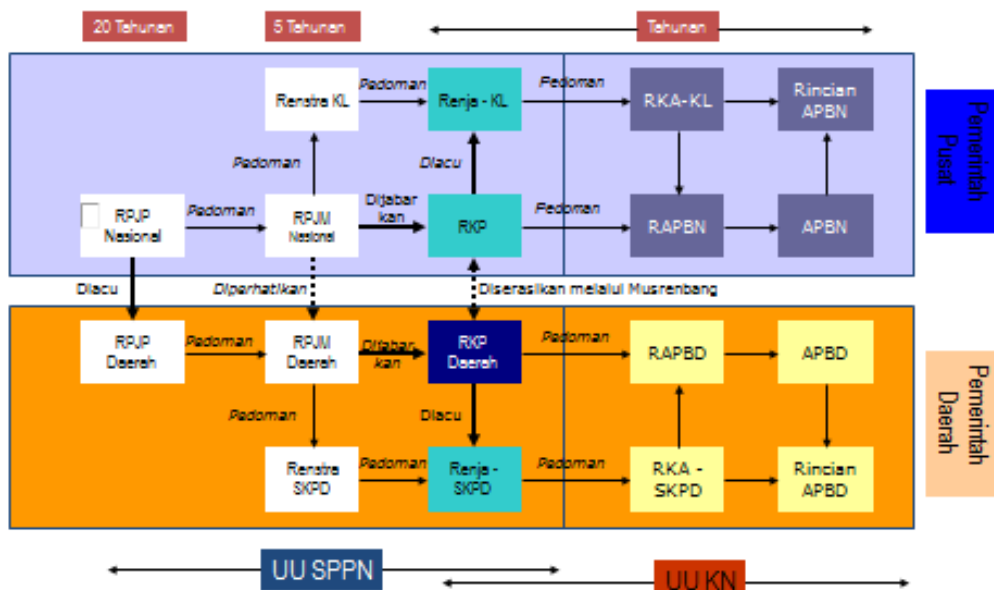
Balai Perencanaan Pembangunan Nasional - Jakarta

OUTLINE

- Sistem Perencanaan
- Sumber Daya Hayati
- Permasalahan dan Tantangan
- Sasaran
- Kebijakan dan Strategi
- Pendanaan
- Penutup

PERENCANAAN PEMBANGUNAN

ALUR PERENCANAAN PUSAT DAN DAERAH (UNDANG-UNDANG No. 25/2004)



KERANGKA PENDANAAN

- APBN
- Hibah Luar Negeri
- LSM, mitra internasional
- Masyarakat dan Dunia Usaha
- Trust fund untuk menampung dan mengkoordinasikan dana-dana dari non-APBN

PENUTUP

- SDH menjadi bagian dari agenda pembangunan Bidang SDA dan Ilmu Pengetahuan dan Teknologi yang dimuat dalam Dokumen Perencanaan Pembangunan
- Sasaran dan target telah direncanakan dalam 5 tahun (2015 – 2019) dan dijabarkan dalam rencana tahunan
- Pendanaan Pembangunan SDH dialokasikan setiap tahun melalui APBN dan dana lainnya

POKOK2 ISI DOKUMEN PERENCANAAN

Rencana	Nasional	Daerah
RPJP	Tujuan negara, visi misi dan arahan pembangunan nasional	Visi misi dan arah pembangunan daerah yang mengacu pada RPJP nasional
RPJM	Penjabaran visi misi dan program presiden yang berpedoman pada RPJP	Penjabaran visi misi dan program kepala daerah yang berpedoman RPJPD pada RPJMN
Renstra	Visi misi tujuan dan strategi kebijakan program dan kegiatan sesuai dengan tupoksi K/L yang disusun dengan berpedoman pada RPJMN	Visi misi tujuan dan strategi kebijakan program dan kegiatan sesuai dengan tupoksi SKPD yang disusun dengan berpedoman pada RPJMD
RKP Renja K/L	Penjabaran RPJM /Renstra	Penjabaran RPJMD/Renstra SDPD

RPJMN 2015 - 2019

Terdiri dari:

- | | |
|-----------------|--|
| Buku I | memuat kebijakan umum pembangunan, kerangka ekonomi makro, dan agenda pembangunan nasional yang memuat kegiatan prioritas nasional selama lima tahun ke depan. |
| Buku II | memuat arah sasaran, arah kebijakan dan strategi pembangunan yang dijabarkan menjadi kegiatan prioritas untuk masing-masing bidang pembangunan |
| Buku III | memuat arah pembangunan kewilayahan |

VISI MISI PEMBANGUNAN

VISI PEMBANGUNAN NASIONAL untuk tahun 2015-2019 adalah:

**Terwujudnya Indonesia yang Berdaulat, Mandiri, dan Berkepribadian
Berlandaskan Gotong-royong**

Visi ini diwujudkan melalui 7 (tujuh) MISI PEMBANGUNAN yaitu:

1. *Mewujudkan keamanan nasional yang mampu menjaga kedaulatan wilayah, menopang kemandirian ekonomi dengan mengamankan sumber daya maritim, dan mencerminkan kepribadian Indonesia sebagai negara kepulauan.*
2. *Mewujudkan masyarakat maju, berkeadilan, dan demokratis berlandaskan negara hukum.*
3. *Mewujudkan politik luar negeri bebas-aktif dan memperkuat jati diri sebagai negara maritim.*
4. *Mewujudkan kualitas hidup manusia Indonesia yang tinggi, maju, dan sejahtera.*
5. *Mewujudkan bangsa yang berdaya saing.*
6. *Mewujudkan Indonesia menjadi negara maritim yang mandiri, maju, kuat, dan berbasiskan kepentingan nasional.*
7. *Mewujudkan masyarakat yang berkepribadian dalam kebudayaan.*

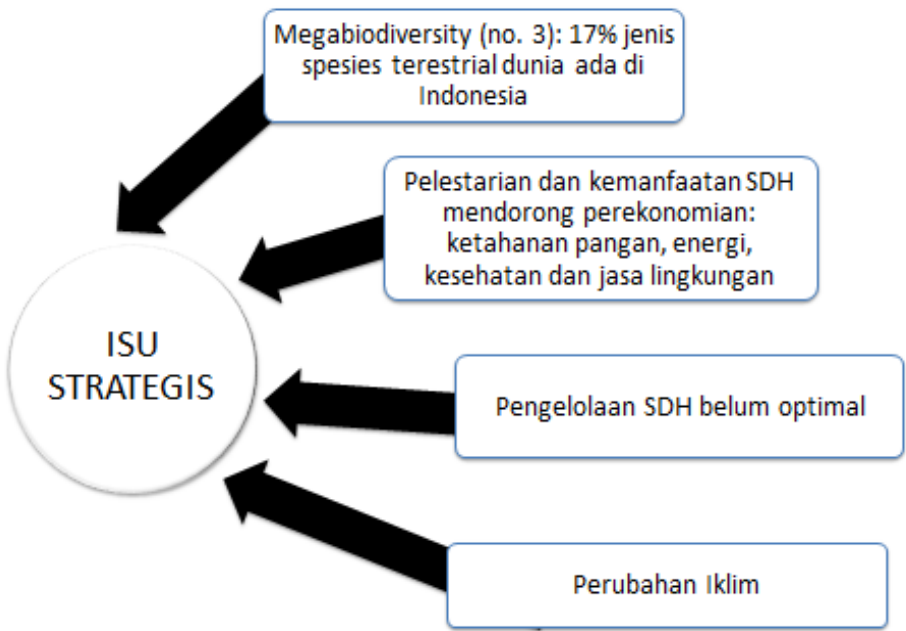
SEMBILAN AGENDA PRIORITAS

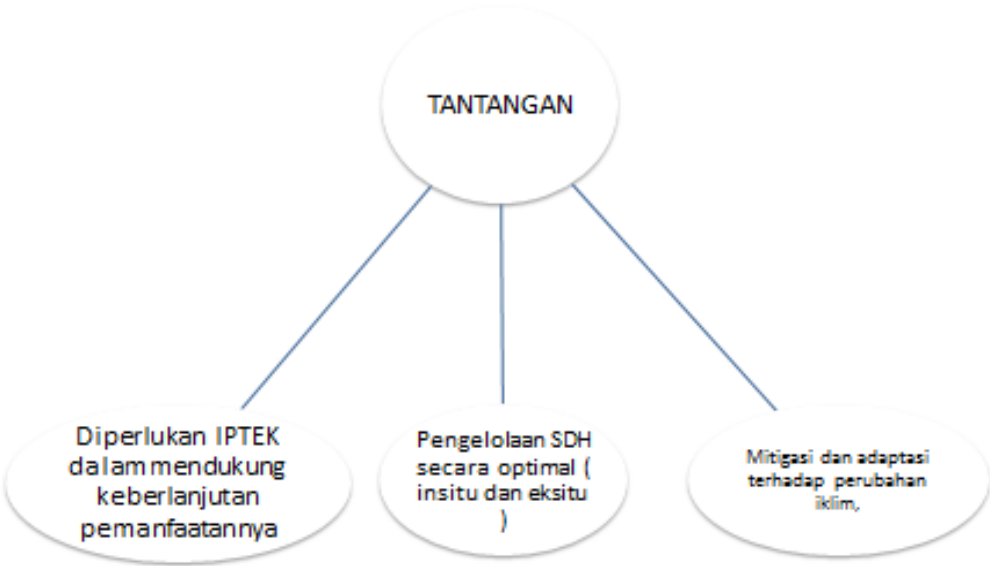
1. Menghadirkan kembali negara untuk melindungi segenap bangsa dan memberikan rasa aman kepada seluruh warga negara.
2. Membuat Pemerintah selalu hadir dengan membangun tata kelola pemerintahan yang bersih, efektif, demokratis, dan terpercaya.
3. Membangun Indonesia dari pinggiran dengan memperkuat daerah-daerah dan desa dalam kerangka negara kesatuan.
4. Memperkuat kehadiran negara dalam melakukan reformasi sistem dan penegakan hukum yang bebas korupsi, bermartabat, dan terpercaya.
5. Meningkatkan kualitas hidup manusia Indonesia.
6. Meningkatkan produktivitas rakyat dan daya saing di pasar Internasional sehingga bangsa Indonesia bisa maju dan bangkit bersama bangsa-bangsa Asia lainnya.
7. Mewujudkan kemandirian ekonomi dengan menggerakkan sektor-sektor strategis ekonomi domestik.
8. Melakukan revolusi karakter bangsa.
9. Memperteguh kebhinekaan dan memperkuat restorasi sosial Indonesia.

AGENDA PEMBANGUNAN TERKAIT SDA DAN LH

Agenda Pemb Nas	Buku I	Buku II
I. PEMBANGUNAN EKONOMI – KEDAULATAN PANGAN, KEDAULATAN ENERGI, KETAHANAN AIR	6.1.3 memperkuat jati diri sebagai negara maritim 6.4.3 Pemberantasan tindakan penangkapan liar, perikanan liar, dan pertambangan 6.6.8 Akselerasi Pertumbuhan ekonomi nasional	Bab II: I. Mainstreaming pembangunan berkelanjutan II. Pembangunan lintas bidang
II. AGENDA PEMBANGUNAN SUMBER DAYA ALAM : PELESTARIAN SUMBER DAYA ALAM, LINGKUNGAN HIDUP DAN PENGELOLAAN BENCANA	6.7.1 Peningkatan kedsulatan pangan 6.7.2 Ketahanan air 6.7.3 Kedsulatan Energi 6.7.4 Pelesterian sumber daya alam, lingkungan hidup dan pengelolaan bencana 6.7.4 Pengembangan ekonomi maritim dan kelautan	Bab IX: Sumber Daya Alam dan Lingkungan Hidup I. Pengamanan produksi untuk kemandirian dan diversifikasi konsumsi pangan II. Pengembangan agribisnis, pertanian berkelanjutan dan kesejahteraan petani III. Peningkatan produksi dan nilai tambah perikanan serta kesejahteraan nelayan/pembudidaya ikan/pengolah dan pemasar hasil perikanan/petambak garam IV. Peningkatan tata kelola laut, pengelolaan pesisir dan pulau2 kecil, pengembangan ekonomi kelautan berkelanjutan V. Peningkatan produksi hasil hutan dan pengembangan jasa lingkungan VI. Peningkatan konservasi dan tata kelola hutan serta pengelolaan DAS VII. Pengustan pasokan, beauran dan efisiensi konsumsi energi VIII. Peningkatan nilai tambah industri mineral dan pertambangan berkelanjutan IX. Peningkatan kualitas LH, Pengembangan pola produksi dan konsumsi berkelanjutan dan pelestarian dan pemanfaatan keekonomian KEHATI X. Penanggulangan bencana dan pengurangan resiko bencana XI. Penangan perubahan iklim dan peningkatan kualitas informasi iklim dan kebencanaan
III. PEMBANGUNAN MARITIM DAN KELAUTAN		

ISU STRATEGIS





SASARAN PEMBANGUNAN SDH

KONSERVASI

- Meningkatkan fungsi dan kelestarian hutan konservasi serta keanekaragaman hayati
- Meningkatkan populasi 25 spesies satwa terancam punah dalam rangka pengawetan SDH dan ekosistemnya
- Terselenggaranya kegiatan penangkaran di 50 TN untuk 25 spesies terancam punah
- Menurunnya hotspot
- *(Meningkatkan inventarisasi SDH di dalam dan di luar KH)*

PENGELLOAAN (1)

- Optimalnya pengelolaan kawasan konservasi seluas 20,63 juta ha (termasuk kars, gambut, magrove)
- efektivnya pengelolaan kawasan konservasi (resort based management)
- Terbangunnya pusat penelitian terintegrasi
- Peningkatan kerjasama dalam penangkaran ex situ (untuk satwa dan tumbuhan langka)

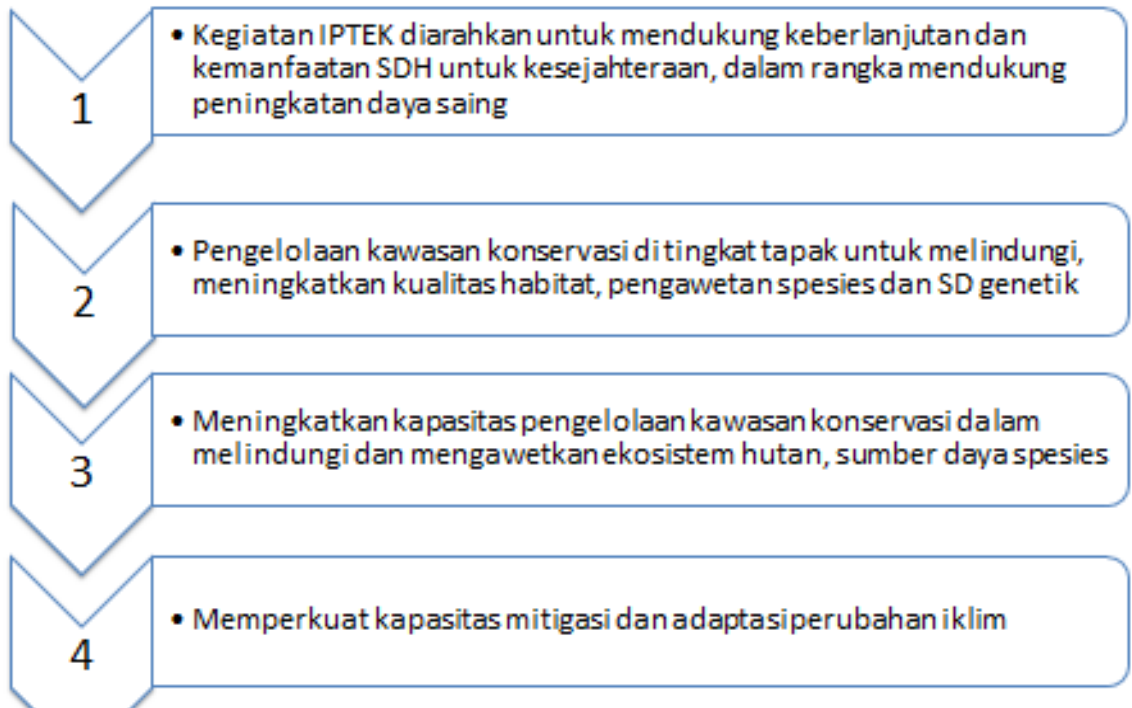
PENGELOLAAN (2)

- Penyelesaian pengukuhan dan tata batas kawasan hutan
- Peningkatan kemitraan dengan masyarakat dalam pengelolaan hutan melalui Hutan Tanaman Rakyat (HTR); Hutan Kemasyarakatan (HKM); Hutan Desa (HD), Hutan Adat, dan Hutan Rakyat

LITBANG DAN IPTEK

- Meningkatnya hasil penyelenggaraan penelitian, pengembangan dan penerapan IPTEK untuk mendukung daya saing dan keberlanjutan pemanfaatan SDH
- Meningkatnya dukungan IPTEK dengan penyediaan SDM, sarana dan prasara, kelembagaan, serta pengembangan jaringan
- Terbangunnya 100 technopark dan science park

ARAH KEBIJAKAN



STRATEGI PEMBANGUNAN SDH

KONSERVASI, PEMANFAATAN, PENGELOLAAN (1)

- Pengembangan keekonomian SDH untuk memperkuat pembangunan perekonomian dan kehidupan sosial dan budaya
- Peningkatan pelestarian dan pemanfaatan keekonomian SDH secara berkelanjutan untuk mengendalikan kerusakan dan kepunahan yang menjadi basis bio-resources (pangan, energi, biofarmaka, kesehatan, kosmetik)
- Pengembangan kebijakan yang mendukung industri berbasis bioresources
- Meningkatkan kerjasama dengan pihak ke-3 dalam pengelolaan penangkaran tanaman dan satwa liar dan penyelamatan 25 satwa dan tumbuhan langka (terutama untuk penangkaran ex situ)
- Meningkatkan hubungan antara industri dan hasil penelitian lembaga riset di Indonesia

KONSERVASI, PEMANFAATAN, PENGELOLAAN (2)

- efektivitas pengelolaan kawasan konservasi (resort based management)
- Pembentukan pusat penelitian terintegrasi

LITBANG DAN IPTEK



LITBANG DAN IPTEK

- Meningkatkan kegiatan eksplorasi biota darat dan laut antara lain dengan meningkatkan jumlah kapal riset
- Membangun fasilitas konservasi ex situ (kebun raya), gedung koleksi flora, fauna dan mikroba, serta gedung koleksi biota laut
- Meningkatkan kegiatan pemuliaan untuk memperoleh galur unggul dan pengembangan aquaculture-biotech
- Meningkatkan diseminasi produk SDH melalui kebun percobaan, perbanyakan bibit, dan pembinaan masyarakat
- Meningkatkan kapasitas layanan dan revitalisasi peralatan laboratorium serta peningkatan kualitas dan jumlah SDM yang dibiayai APBN

PENANDA MOLEKULER DALAM BIOLOGI KONSERVASI: DARI DNA BARCODING HINGGA NEXT-GENERATION SEQUENCING

Riza Arief Putranto

Pusat Penelitian Bioteknologi dan Bioindustri Indonesia, Jl. Taman Kencana No 1

Bogor 16128

Korespondensi: rizaputranto@iribb.org

Abstrak

Selama tiga dasawarsa terakhir, teknik biologi molekuler telah berkembang pesat dimana penemuan teknik *Polymerase Chain Reaction* (PCR) dan penanda molekuler DNA (non-nuklear dan nuklear) telah memberikan kemajuan pesat dalam studi biologi konservasi. Kombinasi teknik sederhana seperti DNA *barcoding* dan penanda molekuler telah memberikan terobosan dalam taksonomi modern untuk studi keanekaragaman hayati dan identifikasi spesies. Dalam perkembangannya, teknologi *Next-Generation Sequencing* (NGS) telah meningkatkan kualitas dan kuantitas analisis dalam biologi konservasi. Terlebih, teknik baru berbasis NGS seperti *Genotyping-by-sequencing* (GBS) dapat membedakan polimorfisme dari sebuah populasi genetik hingga ke level nukleotida (perbedaan satu basa) atau yang disebut *Single Nucleotide Polymorphisms* (SNPs). Hal tersebut memberikan opsi lebih luas dan lebih maju kepada para konservator untuk dapat melaksanakan penelitian di bidang biologi konservasi berbasis genomik.

Kata kunci: biologi konservasi, penanda molekuler, DNA *barcoding*, *Next-Generation Sequencing* (NGS), *Genotyping-by-sequencing* (GBS)

Pendahuluan

Variasi genetik merupakan komponen kunci dari biologi konservasi yang bertujuan untuk mempertahankan keanekaragaman hayati dan proses biologis di dalam ekosistem (Geffen *et al.* 2007, Allendorf *et al.* 2010). Variasi genetik merupakan dasar dari keanekaragaman hayati dari tingkatan populasi hingga spesies bahkan sub-spesies (Anne 2006). Tanpa variasi genetik, populasi tidak dapat berkembang dan beradaptasi dalam menghadapi perubahan-perubahan lingkungan yang berujung kepada kepunahan spesies tertentu (Lande & Shannon 1996). Analisis variasi genetik dapat dilakukan berkat keberadaan asam deoksiribonukleat (DNA) yang merupakan materi dasar dari seluruh sistem biologis (Hebert *et al.* 2003a).

Selama tiga dasawarsa terakhir, teknik biologi molekuler telah berkembang pesat. Dua perkembangan yang memberikan kemajuan pada biologi konservasi adalah penemuan teknik *Polymerase Chain Reaction* (PCR) dan penanda molekuler (Geffen *et al.* 2007). Sejak ditemukan di tahun 1985, PCR telah mentransformasi ilmu hayati, termasuk didalamnya biologi konservasi (Shampo & Kyle 2002). Hal tersebut dimungkinkan karena analisis jutaan *copy* DNA dapat dilakukan dengan mudah dan *low cost* pada jumlah sampel yang kecil (Welsh & McClelland 1990). Teknik PCR memungkinkan studi non destruktif terhadap spesimen hidup dan korelasinya dengan spesies pendahulunya (Geffen *et al.* 2007).

Penanda molekuler atau yang juga dikenal sebagai penanda genetik, dapat sebagian besar dikategorikan berbasis DNA. Penanda molekuler umumnya ditemukan di lokasi spesifik di dalam genom dan digunakan untuk menandai posisi dari gen atau sifat tertentu yang membawa karakteristik khusus (Priyono & Putranto 2014). Dalam persilangan genetik, penanda molekuler selalu terkait dengan karakteristik khusus tersebut (Grover & Sharma 2014). Beberapa penanda molekuler yang lazim digunakan dalam biologi konservasi berbasis DNA non-nuklear seperti DNA mitokondria (mtDNA) dan DNA kloroplas (ctDNA) serta berbasis DNA nuklear (*nuclear DNA*) seperti *Internal Transcribed Spacer* (ITS), *Random Amplification of Polymorphic DNA* (RAPD), *Amplification Fragment Length Polymorphism* (AFLP), *Restriction Fragment*

Length Polymorphism (RFLP), *Simple Sequence Repeats* (SSR), dan *Single Nucleotide Polymorphism* (SNP) (Moritz 1994, Anne 2006, Priyono & Putranto 2014).

Hingga saat ini, teknik biologi molekuler baik PCR dan turunannya, termasuk di dalamnya *DNA barcoding* telah digunakan dalam biologi konservasi untuk (1) identifikasi individu, spesies, populasi (Teletchea 2009, Mayer *et al.* 2007); (2) deteksi zona hibrid dan populasi campur (Chen *et al.* 2013, Lexer *et al.* 2004, Payseur & Rieseberg 2016); (3) kuantifikasi penyebaran dan aliran gen (*gene flow*) (Souza *et al.* 2002, Ouborg *et al.* 1999, Broquet & Petit 2009); (4) perkiraan ukuran populasi (Wang 2005, Bevan *et al.* 2016, Höglund 2009); (5) asesmen keturunan, kedekatan, sistem reproduksi dan organisasi sosial (Baxter *et al.* 2009, Clark *et al.* 2014). Sebagian besar dari penelitian tersebut dilakukan menggunakan penanda molekuler berbasis DNA non-nukler dan nuklear. Hal tersebut menjadikan penanda molekuler sebagai *tool* yang sangat penting dalam biologi konservasi.

Makalah ini akan merangkum *state-of-the-art* dari perkembangan penggunaan penanda molekuler dalam biologi konservasi terutama dalam *DNA barcoding*. Pembahasan dibagi menjadi beberapa bagian seperti DNA non-nuklear yang terdiri dari DNA mitokondria (mtDNA) dan DNA kloroplas (ctDNA), penanda molekuler berbasis DNA nuklear, hingga masuknya era genomik yang ditandai dengan penggunaan teknologi *Next-Generation Sequencing* (NGS) untuk *DNA barcoding* non-konvensional dan *Genotyping-by-sequencing* (GBS).

Pembahasan

1. Penanda molekuler berbasis DNA non-nuklear

Telah lama diketahui masih diperdebatkan hingga hari ini bahwa mitokondria berasal dari bakteri (Saccone *et al.* 2002). Di saat terjadinya evolusi organel, mtDNA menyusut secara progresif dan menjadi bagian dari sel eukariotik. Pada tanaman mtDNA berbentuk linier sedangkan pada hewan berbentuk sirkuler tertutup (Palmer *et al.* 2000). DNA mitokondria dari tanaman memiliki tingkat pengaturan

(*rearrangement*), duplikasi dan rekombinasi yang tinggi dibandingkan dengan hewan. Di sisi lain, laju evolusinya 50-100 kali lebih rendah dibanding mtDNA dari vertebrata (Palmer *et al.* 2000).

Genom mitokondria terdiri dari kromosom DNA sirkuler. Pada hewan, DNA mitokondria umumnya terdiri dari 36-37 gen, 2 RNA ribosom (rRNA), 22 RNA transfer (tRNA), 12-13 subunit protein multimerik pada membran dalam mitokondria (Jansen 2000, Wolstenholme 1992). Sekuen *non-coding* yang dinamakan *control region* (CR) juga merupakan bagian dari mtDNA. CR mengatur replikasi dan transkripsi dari molekul mtDNA. DNA mitokondria yang tidak mengandung histon memiliki laju mutasi yang tinggi (5-10 kali dari DNA nuklear) pada manusia (Jansen 2000). Secara internal, laju mutasi dari berbagai komponen mtDNA juga berbeda dan telah digunakan dalam analisis biologi konservasi. Sebagai contoh, 12 rDNA dapat mengilustrasikan hubungan kekerabatan pada tingkat filum dan subfilum (Yang *et al.* 2014). 16 rDNA digunakan dalam studi kekerabatan pada tingkat famili dan genus (Yang *et al.* 2014). Di samping itu, daerah CR yang berevolusi lebih cepat dibanding 12 dan 16 rDNA merupakan penanda yang kuat untuk membedakan famili, genus dan spesies (Hwang & Kim 1999).

Dalam perkembangannya, daerah penyandi protein (*coding region*) pada mitokondria pun dapat digunakan untuk studi kekerabatan hingga level spesies. Pada tahun 2003, teknik DNA *barcoding* berbasis PCR dan sekuensing menjadi perhatian dari komunitas saintifik. Lebih lanjut teknik tersebut kemudian dianggap sebagai bentuk taksonomi modern (Hajibabaei *et al.* 2007). Teknik yang dikembangkan oleh Hebert *et al.* (2003a) mengusulkan sistem identifikasi spesies dan lintas-spesies menggunakan satu fragmen pendek dari daerah genom spesifik. Dalam analisis ini, Hebert *et al.* menggunakan fragmen DNA sepanjang 648 pb. Fragmen DNA yang dikenal sebagai gen *mitochondrial cytochrome c oxidase 1* (COI) tersebut dibuktikan efektif dalam mengidentifikasi berbagai spesies hewan seperti burung, kupu-kupu, dan lalat (Hebert *et al.* 2003b, Hebert *et al.* 2004). Penggunaan sekuen pendek COI menguntungkan dikarenakan ukurannya yang pendek sehingga dapat disekuensing secara cepat dan

murah.

Analisis *barcoding* menggunakan COI disinyalir tidak efektif untuk mengidentifikasi spesies tanaman dikarenakan evolusinya yang lambat pada tanaman (Bruni *et al.* 2012). Di sisi lain, kesulitan penggunaan mtDNA pada tanaman tersebut digantikan oleh DNA non-nuklear lain yaitu DNA kloroplas sebagai penanda DNA *barcoding* pada tanaman. DNA kloroplas atau yang sering disebut ctDNA dan *plastome* memiliki ukuran genom sebesar 120-170 kb. *Plastome* terdiri dalam beberapa *copy* (*multiple copies*). Tiap-tiap kloroplas dengan daerah nukleoid mengandung 8-10 cincin molekul DNA. Genom kloroplas terdiri lebih dari 100 gen dimana 40-90 gen yang menyandi protein, 4 rRNA, 4 subunit polimerase RNA dan lebih dari 30 tRNA (Shinozaki *et al.* 1986). Berbagai fragmen DNA kloroplas pada *spacer region* (*atpF-H*, *psbK-I*, *trnH-psbA*, dan *trnL*) serta *coding region* (*matK*, *rbcL*, *rpoB*, dan *rpoC1*) dibuktikan dapat digunakan untuk analisis DNA *barcoding* pada tanaman tak terkecuali tanaman perkebunan (Bruni *et al.* 2012, de Vere *et al.* 2012, Hollingsworth *et al.* 2011, Priyadarshan 2016).

Meskipun tengah menjadi *emerging technology* yang mengusung konsep sederhana berbasis fragmen standar DNA untuk mendiskriminasi spesies dalam jumlah besar, DNA *barcoding* terus mendapatkan kritik dan sorotan (Collins & Cruickshank 2012). Meskipun demikian, Packer *et al.* (2009) menunjukkan bahwa DNA *barcoding* lebih baik dibanding analisis morfologi klasik. DNA *barcoding* mampu membedakan berbagai bentuk siklus hidup dari spesies tertentu (bentuk larva dan dewasa) juga spesies samar (*cryptic species*) yang sukar dibedakan secara morfologi (Packer *et al.* 2009, Kress *et al.* 2015). Bahkan DNA *barcoding* telah efektif digunakan untuk mengidentifikasi spesies samar pada tanaman dengan nilai guna dan ekonomi tinggi seperti tanaman obat (Newmaster & Ragupathy 2009).

2. Penanda molekuler berbasis DNA nuklear

Hingga saat ini, analisis sidik jari DNA (*fingerprinting*) dan studi keanekaragaman genetik dalam biologi konservasi merupakan dua penerapan yang

paling utama dari penanda molekuler pada hewan dan tanaman (Arif *et al.* 2011, Chauhan & Rajiv 2010, Priyono & Putranto 2014). Sidik jari DNA dapat membedakan tanaman dari famili, genus, dan spesies yang berbeda hingga varietas introduksi (Malik *et al.* 2014). Analisis sidik jari DNA mengusung konsep yang relatif sama dengan DNA *barcoding*. Perbedaannya hanyalah pada penggunaan berbagai macam penanda molekuler dibanding hanya satu jenis pada DNA *barcoding*.

Penanda molekuler yang paling umum digunakan untuk analisis sidik jari DNA adalah RAPD, AFLP, dan SSR (Anne 2006). Baik penanda RAPD dan AFLP tidak membutuhkan informasi sekuen genomik sementara penanda SSR memerlukan informasi tersebut untuk mendesain primer (Arif *et al.* 2011, Priyono & Putranto 2014). Semua jenis penanda ini secara luas digunakan dalam studi keanekaragaman genetik karena sejumlah besar lokus yang dapat diskriminasi secara simultan. Secara umum, urutan kekuatan analisis dari penanda DNA nuklear tersebut secara berurutan adalah sebagai berikut: SSR>AFLP> RAPD (Arif *et al.* 2011, Priyono & Putranto 2014). Baik RAPD dan AFLP memiliki dua alel per lokus dan dipertimbangkan sebagai penanda dominan (muncul tidaknya pita DNA). Sebaliknya, penanda SSR mampu mengenali kedua alel dari lokus yang berbeda (penanda kodominan) dan mampu secara mudah mengidentifikasi heterozigositas (Arif *et al.* 2011). Ringkasan keunggulan dan kelemahan dari masing-masing penanda molekuler dapat diakses pada berbagai makalah *review* (Arif *et al.* 2011, Mondini *et al.* 2009, Ajmal Ali *et al.* 2014, Grover & Sharma 2014).

Dari berbagai jenis penanda molekuler DNA nuklear yang digunakan dalam biologi konservasi, *Internal Transcribed Spacer* (ITS) umumnya digunakan oleh ilmuwan untuk identifikasi spesimen dan analisis keanekaragaman jamur. Penggunaan ITS dalam DNA *barcoding* telah sukses mengidentifikasi sejumlah besar strain fungi dengan *gap* yang dibedakan jelas antara variasi inter- dan intraspesifik (Ajmal Ali *et al.* 2014, Schoch *et al.* 2012). Hasil tersebut diperkuat dengan eksperimen Dentinger *et al.* (2011) yang membandingkan penggunaan COI dan ITS sebagai penanda DNA *barcoding* pada 650 koleksi Agaricomycotina. Dalam jumlah set sampel terbatas, COI memiliki performa tinggi. Namun pada jumlah set sampel yang besar, ITS

memperlihatkan akurasi yang lebih baik dalam identifikasi subspecies jamur (Dentinger *et al.* 2011). Keunggulan tersebut membuat ITS digunakan untuk membangun *reference dataset* dalam taksonomi jamur secara modern yang disebut UNITE (<http://unite.ut.ee>) (Kõljalg *et al.* 2013). Meskipun keandalan ITS pada tanaman sering menjadi permasalahan, baru-baru ini, Cheng *et al.* (2016) menguji primer ITS yang dapat memetakan 85-95% kingdom tanaman. Primer tersebut diuji pada 335 sampel dari 219 famili Angiosperm, 11 famili Gymnosperm, 24 famili pakis, 16 famili lumut, dan 17 famili jamur.

3. *Next-Generation Sequencing (NGS) untuk DNA barcoding dan Genotyping-by-sequencing (GBS)*

Semua disiplin ilmu biologi yang bergantung pada data sekuen DNA mengalami perubahan signifikan dalam beberapa tahun terakhir, tidak terkecuali biologi konservasi. Didorong oleh perkembangan dan munculnya teknologi sekuensing generasi berikutnya (*Next-Generation Sequencing*, NGS), pengetahuan tentang biologi, khususnya genomik, telah tumbuh secara eksponensial (Kulski 2016). Teknologi NGS telah meningkatkan kemampuan dalam analisis DNA jauh melampaui metode Sanger (Sanger *et al.* 1977). Teknik NGS mengadopsi pendekatan sekuensing *exom* yang memungkinkan sekuensing jutaan fragmen DNA dan RNA dalam satu kali *run* dengan biaya yang relatif kecil (Singleton 2011). Dalam biologi konservasi, jumlah data sekuen yang besar dari NGS telah merombak cara pandang dan pemahaman dari genomik struktural dan fungsional.

Pada pendekatan konvensional, DNA *barcoding* spesies atau spesimen diperoleh dengan PCR klasik diikuti sekuensing dengan metode *Sanger*. Pada kenyataannya, analisis DNA *barcoding* secara konvensional dapat menghasilkan data yang tidak akurat atau ambigu (Shokralla *et al.* 2014). Beberapa kendala teknik *Sanger* dalam DNA *barcoding* yang menjadi perhatian para ilmuwan adalah (1) konsentrasi DNA yang diperlukan tinggi untuk menghindari bias dan eror (100-500 ng) sehingga menjadi *high cost* untuk jumlah sampel yang besar (Polz & Cavanaugh 1998); (2) setiap analisis sekuen menghasilkan 1 pola elektroferogram yang mempersulit pembedaan amplifikasi

antara sekuen *barcode* (COI, *matK*, serta *srbcL*) dan *non-barcode* seperti pseudogen atau bakteri endosimbiotik (Song *et al.* 2008); serta (3) teknik *Sanger* yang bersifat *single analysis* tidak dapat membedakan DNA *barcode* seperti ITS yang diketahui hadir dalam *multiple variable copy* di genom (Schoch *et al.* 2012). Hal tersebut membuat analisis DNA *barcoding* secara konvensional berpotensi menimbulkan data *false positive*.

NGS menawarkan analisis holistik dari keseluruhan genom, memecahnya menjadi jutaan sekuen dan menyusun kembali (*assembly*) secara bioinformatika. Pendekatan tersebut dapat mengatasi permasalahan *false positive* yang ditimbulkan oleh teknik *Sanger*. Terlebih, pendekatan NGS mampu memfasilitasi pengembangan DNA *barcode* lebih cepat (Shokralla *et al.* 2012). Shokralla *et al.* (2014) mendemonstrasikan teknologi 454 *pyrosequencing* dalam analisis DNA *barcoding* pada 190 spesimen Lepidoptera menggunakan hanya 12,5% kapasitas NGS (dua dari total 16 lajur sekuensing). Sebanyak 143 sekuen DNA *barcode* untai penuh diperoleh untuk tiap spesimen dimana teknik 454 dapat membedakan DNA non-target seperti dari bakteri endosimbiotik *Wolbachia*. Problematika kemurnian DNA *barcoding* juga menjadi perhatian pada spesies tanaman dimana NGS juga dapat menjadi solusi alternatif untuk membedakan DNA non-tanaman dan multi-alel yang disebabkan oleh poliploidisasi (Cheng *et al.* 2016). Secara umum, *platform* NGS tidak digunakan untuk mengumpulkan dan mengkonstruksi pustaka referensi *barcode* untuk taksa tertentu. Namun, NGS lebih diarahkan kepada pemetaan keseluruhan sekuen representatif dalam campuran spesies yang kompleks dan kemudian memetakan sekuen-sekuen tersebut pada *database* referensi DNA *barcode* (Kress *et al.* 2015, Hajibabaei *et al.* 2011).

Teknologi NGS menawarkan kemudahan analisis sekuensing genom untuk studi genetik satu populasi. Meskipun demikian, hal tersebut berlaku untuk spesies dengan ukuran genom relatif kecil dan tidak memiliki struktur kompleks. Untuk spesies dengan ukuran genom besar, sekuensing genom tentu menjadi *high cost*. Saat ini, sebuah teknik baru yang bernama *Genotyping-by-sequencing* (GBS) memberikan solusi untuk mentarget fraksi genom dari sampel representatif yang kemudian akan disekuensing dibanding harus mensekuensing seluruh genom (Narum *et al.* 2013). Adapun fraksi

genom yang ditarget dapat berupa penanda molekuler seperti *Restriction Site Associated Genomic DNA* (RAD) untuk mengidentifikasi *Single Nucleotide Polymorphisms* (SNPs) (He *et al.* 2014). GBS dapat dilakukan pada spesies dengan informasi minim atau tidak ada sama sekali terkait genomnya. Dalam biologi konservasi, metode GBS memberikan keunggulan dalam skrining ribuan polimorfisme dalam genom dari sebuah populasi yang umumnya menjadi subyek dari evolusi (variasi, seleksi, rekombinasi, mutasi) dan konsekuensi dari variasi genetik (Narum *et al.* 2013). Perbedaan tersebut bahkan dicapai hingga ke level nukleotida (perbedaan satu basa).

Penggunaan penanda molekuler RAD untuk identifikasi SNP pertama kali didemonstrasikan oleh Baird *et al.* (2008). Strategi *barcoding* serupa dengan RAD namun modulasi dari komposisi dan panjang nukleotida dari *barcode* RAD menghasilkan hanya sejumlah kecil kesalahan sekuen. Sebagai contoh, sebanyak 2923 SNP spesifik spesies ikan forel telah berhasil diidentifikasi dengan 1 lajur sekuensing Illumina (Hohenlohe *et al.* 2011). Studi ini mendemonstrasikan kemudahan mengidentifikasi ribuan SNP di spesies non-model secara cepat dan *medium-cost*, meskipun informasi genom dari spesies terkait belum tersedia (Pootakham *et al.* 2015).

Penutup

Peran teknik biologi molekuler dasar seperti PCR, sekuensing *Sanger* hingga sekuensing generasi berikutnya telah memberikan kemajuan berarti dalam studi biologi konservasi. Perkembangan penanda molekuler DNA non-nuklear hingga nuklear telah memudahkan analisis keragaman genetik dan identifikasi spesies menggunakan DNA *barcoding*. Ditambah, teknologi NGS dan GBS memberikan opsi lebih luas dan lebih maju kepada para konservator untuk dapat melaksanakan penelitian di bidang biologi konservasi berbasis genomik.

Daftar Pustaka

- Ajmal Ali, M., G. Gyulai, N. Hidvégi, B. Kerti, F. M. A. Al Hemaïd, A. K. Pandey & J. Lee (2014) The changing epitome of species identification – DNA barcoding. *Saudi Journal of Biological Sciences*, 21, 204-231.
- Allendorf, F. W., P. A. Hohenlohe & G. Luikart (2010) Genomics and the future of conservation genetics. *Nat Rev Genet*, 11, 697-709.
- Anne, C. (2006) Choosing the right molecular genetic markers for studying biodiversity: from molecular evolution to practical aspects. *Genetica*, 127, 101-120.
- Arif, I. A., H. A. Khan, A. H. Bahkali, A. A. Al Homaidan, A. H. Al Farhan, M. Al Sadoon & M. Shobrak (2011) DNA marker technology for wildlife conservation. *Saudi Journal of Biological Sciences*, 18, 219-225.
- Baird, N. A., P. D. Etter, T. S. Atwood, M. C. Currey, A. L. Shiver, Z. A. Lewis, E. U. Selker, W. A. Cresko & E. A. Johnson (2008) Rapid SNP Discovery and Genetic Mapping Using Sequenced RAD Markers. *PLoS ONE*, 3, e3376.
- Baxter, B. D., F. M. Mendez-Harclerode, C. F. Fulhorst & R. D. Bradley (2009) A Molecular Examination of Relatedness, Multiple Paternity, and Cohabitation of the Southern Plains Woodrat (*Neotoma micropus*). *Journal of Mammalogy*, 90, 819-831.
- Bevan, E., T. Wibbels, B. M. Z. Najera, L. Sarti, F. I. Martinez, J. M. Cuevas, B. J. Gallaway, L. J. Pena & P. M. Burchfield (2016) Estimating the historic size and current status of the Kemp's ridley sea turtle (*Lepidochelys kempii*) population. *Ecosphere*, 7, e01244-n/a.
- Broquet, T. & E. J. Petit (2009) Molecular Estimation of Dispersal for Ecology and Population Genetics. *Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics*, 40, 193-216.
- Bruni, I., F. De Mattia, S. Martellos, A. Galimberti, P. Savadori, M. Casiraghi, P. L. Nimis & M. Labra (2012) DNA Barcoding as an Effective Tool in Improving a Digital Plant Identification System: A Case Study for the Area of Mt. Valerio, Trieste (NE Italy). *PLoS ONE*, 7, e43256.
- Chauhan, T. & K. Rajiv (2010) Molecular Markers and Their Applications in Fisheries and Aquaculture. *Advances in Bioscience and Biotechnology*, 1, 281-291.
- Chen, X., B. Liao, J. Song, X. Pang, J. Han & S. Chen (2013) A fast SNP identification and analysis of intraspecific variation in the medicinal *Panax* species based on DNA barcoding. *Gene*, 530, 39-43.
- Cheng, T., C. Xu, L. Lei, C. Li, Y. Zhang & S. Zhou (2016) Barcoding the kingdom Plantae: new PCR primers for ITS regions of plants with improved universality and specificity. *Molecular Ecology Resources*, 16, 138-149.
- Clark, R. W., G. W. Schuett, R. A. Repp, M. Amarello, C. F. Smith & H.-W. Herrmann (2014) Mating Systems, Reproductive Success, and Sexual Selection in Secretive Species: A Case Study of the Western Diamond-Backed Rattlesnake, *Crotalus atrox*. *PLoS ONE*, 9, e90616.

- Collins, R. A. & R. H. Cruickshank (2012) The seven deadly sins of DNA barcoding. *Molecular Ecology Resources*, 13, 969-975.
- de Vere, N., T. C. G. Rich, C. R. Ford, S. A. Trinder, C. Long, C. W. Moore, D. Satterthwaite, H. Davies, J. Allainguillaume, S. Ronca, T. Tatarinova, H. Garbett, K. Walker & M. J. Wilkinson (2012) DNA Barcoding the Native Flowering Plants and Conifers of Wales. *PLoS ONE*, 7, e37945.
- Dentinger, B. T. M., M. Y. Didukh & J.-M. Moncalvo (2011) Comparing COI and ITS as DNA Barcode Markers for Mushrooms and Allies (*Agaricomycotina*). *PLoS ONE*, 6, e25081.
- Geffen, E., G. Luikart & R. S. Waples (2007) Impacts of modern molecular genetic techniques on conservation biology. *Key topics in conservation biology*, 46.
- Grover, A. & P. C. Sharma (2014) Development and use of molecular markers: past and present. *Critical Reviews in Biotechnology*, 36, 290-302.
- Hajibabaei, M., S. Shokralla, X. Zhou, G. A. C. Singer & D. J. Baird (2011) Environmental Barcoding: A Next-Generation Sequencing Approach for Biomonitoring Applications Using River Benthos. *PLoS ONE*, 6, e17497.
- Hajibabaei, M., G. A. C. Singer, P. D. N. Hebert & D. A. Hickey (2007) DNA barcoding: how it complements taxonomy, molecular phylogenetics and population genetics. *Trends in Genetics*, 23, 167-172.
- He, J., X. Zhao, A. Laroche, Z.-X. Lu, H. Liu & Z. Li (2014) Genotyping-by-sequencing (GBS), an ultimate marker-assisted selection (MAS) tool to accelerate plant breeding. *Frontiers in Plant Science*, 5.
- Hebert, P. D. N., A. Cywinska, S. L. Ball & J. R. deWaard (2003a) Biological identifications through DNA barcodes. *Proceedings of the Royal Society of London. Series B: Biological Sciences*, 270, 313-321.
- Hebert, P. D. N., S. Ratnasingham & J. R. de Waard (2003b) Barcoding animal life: cytochrome oxidase subunit 1 divergences among closely related species. *Proceedings of the Royal Society of London. Series B: Biological Sciences*, 270, S96-S99.
- Hebert, P. D. N., M. Y. Stoeckle, T. S. Zemlak & C. M. Francis (2004) Identification of Birds through DNA Barcodes. *PLoS Biol*, 2, e312.
- Höglund, J. 2009. *Evolutionary conservation genetics*. Oxford University Press.
- Hohenlohe, P. A., S. J. Amish, J. M. Catchen, F. W. Allendorf & G. Luikart (2011) Next-generation RAD sequencing identifies thousands of SNPs for assessing hybridization between rainbow and westslope cutthroat trout. *Molecular Ecology Resources*, 11, 117-122.
- Hollingsworth, P. M., S. W. Graham & D. P. Little (2011) Choosing and Using a Plant DNA Barcode. *PLoS ONE*, 6, e19254.
- Hwang, U.-W. & W. Kim (1999) General properties and phylogenetic utilities of nuclear ribosomal DNA and mitochondrial DNA commonly used in molecular systematics. *Korean J Parasitol*, 37, 215-228.
- Jansen, R. P. S. (2000) Germline passage of mitochondria: quantitative considerations and possible embryological sequelae. *Human Reproduction*, 15, 112-128.

- Kõljalg, U., R. H. Nilsson, K. Abarenkov, L. Tedersoo, A. F. S. Taylor, M. Bahram, S. T. Bates, T. D. Bruns, J. Bengtsson-Palme, T. M. Callaghan, B. Douglas, T. Drenkhan, U. Eberhardt, M. Dueñas, T. Grebenc, G. W. Griffith, M. Hartmann, P. M. Kirk, P. Kohout, E. Larsson, B. D. Lindahl, R. Lücking, M. P. Martín, P. B. Matheny, N. H. Nguyen, T. Niskanen, J. Oja, K. G. Peay, U. Peintner, M. Peterson, K. Põldmaa, L. Saag, I. Saar, A. Schüßler, J. A. Scott, C. Senés, M. E. Smith, A. Suija, D. L. Taylor, M. T. Telleria, M. Weiss & K.-H. Larsson (2013) Towards a unified paradigm for sequence-based identification of fungi. *Molecular Ecology*, 22, 5271-5277.
- Kress, W. J., C. García-Robledo, M. Uriarte & D. L. Erickson (2015) DNA barcodes for ecology, evolution, and conservation. *Trends in Ecology & Evolution*, 30, 25-35.
- Kulski, J. K. 2016. Next-Generation Sequencing — An Overview of the History, Tools, and “Omic” Applications. In *Next Generation Sequencing - Advances, Applications and Challenges*, ed. D. J. Kulski. InTech.
- Lande, R. & S. Shannon (1996) The Role of Genetic Variation in Adaptation and Population Persistence in a Changing Environment. *Evolution*, 50, 434-437.
- Lexer, C., B. Heinze, R. Alia & L. H. Rieseberg (2004) Hybrid zones as a tool for identifying adaptive genetic variation in outbreeding forest trees: lessons from wild annual sunflowers (*Helianthus* spp.). *Forest Ecology and Management*, 197, 49-64.
- Malik, W., J. Ashraf, M. Z. Iqbal, A. Ali Khan, A. Qayyum, M. Ali Abid, E. Noor, M. Qadir Ahmad & G. Hasan Abbasi (2014) Molecular Markers and Cotton Genetic Improvement: Current Status and Future Prospects. *The Scientific World Journal*, 2014, 15.
- Mayer, F., C. Dietz & A. Kiefer (2007) Molecular species identification boosts bat diversity. *Frontiers in Zoology*, 4, 4.
- Mondini, L., A. Noorani & M. Pagnotta (2009) Assessing Plant Genetic Diversity by Molecular Tools. *Diversity*, 1, 19.
- Moritz, C. (1994) Applications of mitochondrial DNA analysis in conservation: a critical review. *Molecular Ecology*, 3, 401-411.
- Narum, S. R., C. A. Buerkle, J. W. Davey, M. R. Miller & P. A. Hohenlohe (2013) Genotyping-by-sequencing in ecological and conservation genomics. *Molecular Ecology*, 22, 2841-2847.
- Newmaster, S. G. & S. Ragupathy. 2009. *Ethnobotany Genomics - Use of DNA Barcoding to Explore Cryptic Diversity in Economically Important Plants*.
- Ouborg, N. J., Y. Piquot & J. M. Van Groenendael (1999) Population genetics, molecular markers and the study of dispersal in plants. *Journal of Ecology*, 87, 551-568.
- Packer, L., J. Gibbs, C. Sheffield & R. Hanner (2009) DNA barcoding and the mediocrity of morphology. *Molecular Ecology Resources*, 9, 42-50.
- Palmer, J. D., K. L. Adams, Y. Cho, C. L. Parkinson, Y.-L. Qiu & K. Song (2000) Dynamic evolution of plant mitochondrial genomes: Mobile genes and introns and highly variable mutation rates. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 97, 6960-6966.
-

- Payseur, B. A. & L. H. Rieseberg (2016) A genomic perspective on hybridization and speciation. *Molecular Ecology*, 25, 2337-2360.
- Polz, M. F. & C. M. Cavanaugh (1998) Bias in Template-to-Product Ratios in Multitemplate PCR. *Applied and Environmental Microbiology*, 64, 3724-3730.
- Pootakham, W., P. Ruang-areerate, N. Jomchai, C. Sonthirod, D. Sangsrakru, T. Yoocha, K. Theerawattanasuk, K. Nirapathpongorn, P. Romruensukharom, S. Tragoonrung & S. Tangphatsornruang (2015) Construction of a high-density integrated genetic linkage map of rubber tree (*Hevea brasiliensis*) using genotyping-by-sequencing (GBS). *Frontiers in Plant Science*, 6.
- Priyadarshan, P. M. 2016. Genetic Diversity and Erosion in Hevea Rubber. In *Genetic Diversity and Erosion in Plants*, eds. M. R. Ahuja & S. M. Jain, 233-267. Springer International Publishing.
- Priyono & R. A. Putranto (2014) Molecular markers and their application for DNA fingerprinting and genetic diversity studies in *Coffea* species. *Menara Perkebunan*, 82, 39-50.
- Saccone, C., C. Gissi, A. Reyes, A. Larizza, E. Sbisà & G. Pesole (2002) Mitochondrial DNA in metazoa: degree of freedom in a frozen event. *Gene*, 286, 3-12.
- Sanger, F., S. Nicklen & A. R. Coulson (1977) DNA sequencing with chain-terminating inhibitors. *Proceedings of the National Academy of Sciences, USA*, 74, 5463 – 5467.
- Schoch, C. L., K. A. Seifert, S. Huhndorf, V. Robert, J. L. Spouge, C. A. Levesque, W. Chen, C. Fungal Barcoding, L. Fungal Barcoding Consortium Author, E. Bolchacova, K. Voigt, P. W. Crous, A. N. Miller, M. J. Wingfield, M. C. Aime, K.-D. An, F.-Y. Bai, R. W. Barreto, D. Begerow, M.-J. Bergeron, M. Blackwell, T. Boekhout, M. Bogale, N. Boonyuen, A. R. Burgaz, B. Buyck, L. Cai, Q. Cai, G. Cardinali, P. Chaverri, B. J. Coppins, A. Crespo, P. Cubas, C. Cummings, U. Damm, Z. W. de Beer, G. S. de Hoog, R. Del-Prado, B. Dentinger, J. Diéguez-Uribeondo, P. K. Divakar, B. Douglas, M. Dueñas, T. A. Duong, U. Eberhardt, J. E. Edwards, M. S. Elshahed, K. Fliegerova, M. Furtado, M. A. García, Z.-W. Ge, G. W. Griffith, K. Griffiths, J. Z. Groenewald, M. Groenewald, M. Grube, M. Gryzenhout, L.-D. Guo, F. Hagen, S. Hambleton, R. C. Hamelin, K. Hansen, P. Harrold, G. Heller, C. Herrera, K. Hirayama, Y. Hirooka, H.-M. Ho, K. Hoffmann, V. Hofstetter, F. Högnabba, P. M. Hollingsworth, S.-B. Hong, K. Hosaka, J. Houbaken, K. Hughes, S. Huhtinen, K. D. Hyde, T. James, E. M. Johnson, J. E. Johnson, P. R. Johnston, E. B. G. Jones, L. J. Kelly, P. M. Kirk, D. G. Knapp, U. Kõljalg, G. M. Kovács, C. P. Kurtzman, S. Landvik, S. D. Leavitt, A. S. Liggenstoffer, K. Liimatainen, L. Lombard, J. J. Luangsa-ard, H. T. Lumbsch, H. Maganti, S. S. N. Maharachchikumbura, M. P. Martin, T. W. May, *et al.* (2012) Nuclear ribosomal internal transcribed spacer (ITS) region as a universal DNA barcode marker for Fungi. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 109, 6241-6246.
- Shampo, M. A. & R. A. Kyle (2002) Kary B. Mullis - Nobel Laureate for Procedure to Replicate DNA. *Mayo Clinic Proceedings*, 77, 606.

- Shinozaki, K., M. Ohme, M. Tanaka, T. Wakasugi, N. Hayashida, T. Matsubayashi, N. Zaita, J. Chunwongse, J. Obokata, K. Yamaguchi-Shinozaki, C. Ohto, K. Torazawa, B. Y. Meng, M. Sugita, H. Deno, T. Kamogashira, K. Yamada, J. Kusuda, F. Takaiwa, A. Kato, N. Tohdoh, H. Shimada & M. Sugiura (1986) The complete nucleotide sequence of the tobacco chloroplast genome: its gene organization and expression. *The EMBO Journal*, 5, 2043-2049.
- Shokralla, S., J. F. Gibson, H. Nikbakht, D. H. Janzen, W. Hallwachs & M. Hajibabaei (2014) Next-generation DNA barcoding: using next-generation sequencing to enhance and accelerate DNA barcode capture from single specimens. *Molecular Ecology Resources*, 14, 892-901.
- Shokralla, S., J. L. Spall, J. F. Gibson & M. Hajibabaei (2012) Next-generation sequencing technologies for environmental DNA research. *Molecular Ecology*, 21, 1794-1805.
- Singleton, A. B. (2011) Exome sequencing: a transformative technology. *The Lancet Neurology*, 10, 942-946.
- Song, H., J. E. Buhay, M. F. Whiting & K. A. Crandall (2008) Many species in one: DNA barcoding overestimates the number of species when nuclear mitochondrial pseudogenes are coamplified. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 105, 13486-13491.
- Souza, F. L., A. F. Cunha, M. A. Oliveira, G. A. G. Pereira & S. F. d. Reis (2002) Estimating dispersal and gene flow in the neotropical freshwater turtle *Hydromedusa maximiliani* (Chelidae) by combining ecological and genetic methods. *Genetics and Molecular Biology*, 25, 151-155.
- Teletchea, F. (2009) Molecular identification methods of fish species: reassessment and possible applications. *Reviews in Fish Biology and Fisheries*, 19, 265.
- Wang, J. (2005) Estimation of effective population sizes from data on genetic markers. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*, 360, 1395-1409.
- Welsh, J. & M. McClelland (1990) Fingerprinting genomes using PCR with arbitrary primers. *Nucleic Acids Research*, 18, 7213-7218.
- Wolstenholme, D. R. 1992. Animal Mitochondrial DNA: Structure and Evolution. In *International Review of Cytology*, eds. R. W. David & W. J. Kwang, 173-216. Academic Press.
- Yang, L., Z. Tan, D. Wang, L. Xue, M.-x. Guan, T. Huang & R. Li (2014) Species identification through mitochondrial rRNA genetic analysis. *Scientific Reports*, 4, 4089.

MAKALAH PARALEL PENDIDIKAN BIOLOGI

ISBN : 978-602-95166-5-4

**PENGARUH MODEL *PROJECT BASED LEARNING* TERHADAP SIKAP
KERJASAMA DAN HASIL BELAJAR KOGNITIF MATERI EKOSISTEM
PADA SISWA KELAS VII DI SMP NEGERI 1 YOGYAKARTA**

Riska Septia Wahyuningtyas¹, Slamet Suyanto², Tien Aminatun³

¹Mahasiswa Magister Pendidikan Biologi Universitas Negeri Yogyakarta

^{2,3}Dosen Universitas Negeri Yogyakarta

Jurusan Pendidikan Biologi, FMIPA, Universitas Negeri Yogyakarta

riska28septia@gmail.com

Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui (1) pengaruh penggunaan model pembelajaran *Project Based Learning* terhadap sikap kerjasama siswa, (2) pengaruh penggunaan model pembelajaran *Project Based Learning* terhadap hasil belajar kognitif siswa, dan (3) untuk mengetahui hubungan antara sikap kerjasama dengan hasil belajar kognitif siswa. Desain penelitian ini merupakan *quasi-experiment* yang menggunakan model *pretes postes control group design*. Populasi penelitian adalah semua siswa kelas VII di SMP Negeri 1 Yogyakarta yang terdiri dari 8 kelas. Sampel penelitian diambil dua kelas berdasarkan teknik *cluster random sampling*, yaitu kelas VIIA sebagai kelas kontrol dan kelas VIIB sebagai kelas eksperimen. Instrumen yang digunakan dalam penelitian ini adalah lembar observasi keterlaksanaan pembelajaran dengan model PjBL, lembar observasi sikap kerjasama, dan soal pretes serta postes untuk mengetahui hasil belajar kognitif siswa yang telah divalidasi oleh dosen ahli. Data hasil penelitian tentang sikap kerjasama dan hasil belajar kognitif di analisis dengan uji ANOVA dan korelasi Pearson. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pembelajaran dengan model *Project Based Learning* (PjBL) berpengaruh positif terhadap sikap kerjasama siswa dan terhadap hasil belajar kognitif siswa, serta terdapat hubungan yang positif antara sikap kerjasama dan hasil belajar kognitif siswa.

Kata kunci: *project-based learning*, sikap kerjasama, hasil belajar kognitif.

PENDAHULUAN

Kegiatan pokok dalam keseluruhan proses pendidikan di sekolah adalah kegiatan pembelajaran (Hasbullah, 2009 : 2). Kegiatan pembelajaran di sekolah meliputi kegiatan pendahuluan, kegiatan inti, dan kegiatan penutup. Kegiatan pembelajaran yang terjadi di sekolah mengacu pada Kurikulum Tingkat Satuan Pendidikan (KTSP). Pada KTSP ini disebutkan bahwa pembelajaran Biologi harus ditekankan pada pembelajaran pengalaman belajar secara langsung (E. Mulyasa, 2007: 53), karena itu siswa perlu dibantu untuk mengembangkan sejumlah keterampilan proses supaya mereka mampu menjelajahi dan memahami alam sekitar. Dengan demikian, siswa dapat merasakan manfaat pembelajaran biologi tersebut bagi diri serta masyarakatnya (Depdiknas, 2003: 6).

Model *Project Based Learning* (PjBL) adalah suatu pembelajaran yang didesain untuk persoalan yang kompleks yang mana siswa melakukan investigasi untuk memahaminya, menekankan pembelajaran dengan aktivitas yang lama, tugas yang diberikan pada siswa bersifat multidisiplin, berorientasi pada produk. Menurut Mahanal, S & Wibowo, A.L (2009: 2) model PjBL secara umum memiliki pedoman langkah: *Planning* (perencanaan), *Creating* (mencipta atau implementasi), dan *Processing* (pengolahan). Model pembelajaran PjBL juga dapat mengembangkan attitude yaitu mengembangkan kerjasama siswa. Pengajaran ini memberikan kebebasan kepada siswa untuk mengembangkan kemampuan individualnya dan kemampuan kerjasama dalam kelompok (Udin S, Winaputra dkk. 1993: 199).

Kerjasama adalah suatu sikap sosial dimana sekumpulan dari beberapa orang (kelompok) yang memiliki tujuan yang sama dalam menyelesaikan suatu tujuan, dan untuk mencapai tujuan yang sama tersebut individu bekerja secara berasama-sama atau saling tolong- menolong dalam menyelesaikannya agar dapat mencapai hasil yang lebih baik dan memudahkan dalam pekerjaannya. Moursund (Made Wena, 2013: 147) menyatakan bahwa pembelajaran berbasis proyek meningkatkan perilaku kooperatif siswa, melalui sebuah proyek yang dikerjakan secara berkelompok. Dalam proses pemecahan masalah yang kompleks siswa

cenderung kesulitan untuk menyelesaikan masalah sendiri. Kerjasama memungkinkan siswa untuk mampu mengatasi permasalahan, bertindak mandiri dan bertanggungjawab, serta mau mengemukakan pendapat dan menghargai pendapat.

Penelitian ini dilakukan di SMP Negeri 1 Yogyakarta karena menurut hasil wawancara dengan guru Biologi, siswa di SMP ini sudah memiliki kemampuan untuk dapat membuat suatu proyek. Pembelajaran BIOLOGI yang terjadi di SMP Negeri 1 Yogyakarta masih berfokus pada guru sebagai sumber utama, pembelajaran biologi masih berupa fakta-fakta yang harus di hafal, kemudian metode yang digunakan adalah didominasi ceramah, sehingga proses pembelajaran yang menuntut siswa sebagai pelaku belajar yang aktif belum dapat berjalan dengan optimal. Hasil wawancara yang tersebut diatas merupakan beberapa faktor yang mempengaruhi hasil belajar siswa pada mata pelajaran biologi masih rendah. Selain itu dengan model pembelajaran konvensional menggunakan metode yang didominasi ceramah dan terkadang diskusi, maka sikap yang dimiliki siswa yaitu untuk bersikap sosial terutama sikap kerjasama sangatlah lemah. Hal tersebut terlihat saat observasi ketika murid diminta mengerjakan tugas diskusi kelompok yang bekerja hanya di dominasi oleh 2 orang untuk mengerjakan tugas, sedangkan siswa anggota kelompok lain hanya melihat dan tidak memberikan kontribusi untuk mengerjakan tugas bahkan siswa lain ada yang hanya sibuk sendiri dengan kepentingannya. Hal demikian hampir terjadi pada semua kelompok. Di SMP Negeri 1 Yogyakarta juga merupakan sekolah yang pernah mengimplementasikan kurikulum 2013 selama kurang lebih 4 bulan namun sekarang diganti kembali menjadi KTSP, dalam pengimplementasian kurikulum 2013 di SMP Negeri 1 Yogyakarta terutama pada materi Biologi guru belum pernah melakukan pembelajaran berbasis proyek padahal model PjBL ini merupakan model pembelajaran utama dalam implementasi kurikulum 2013. Hal tersebut membuat peneliti ingin membuat siswa berlatih belajar Biologi dengan model pembelajaran berbasis proyek agar

siswa dapat membiasakan diri untuk belajar dengan model PjBL dalam rangka persiapan jika kurikulum diubah lagi menjadi kurikulum 2013.

Materi pokok kelas VII terdapat SK dan KD yang dirancang bagi pengembangan sikap, pengetahuan, dan ketrampilan siswa. Salah satunya yaitu standar kompetensi (SK) memahami saling ketergantungan dalam ekosistem. Materi ekosistem yang awalnya sulit dipahami jika hanya dengan menghafal teori dengan siswa melihat hal kongkrit mengenai lingkungan ekosistem sendiri materi yang terjaring di ingatan siswa akan lebih mengena dan mudah dipahami. Melihat hal tersebut, agar siswa lebih paham mengenai materi ekosistem, siswa diajak membuat proyek ekosistem dengan menerapkan pembelajaran berbasis proyek atau PjBL. Pembelajaran proyek memberikan situasi belajar, lingkungan, isi, dan tugas-tugas yang relevan, realistik, otentik, dan menyajikan kompleksitas alami dunia nyata mampu memberikan pengalaman pribadi siswa terhadap obyek siswa dan informasi yang diperoleh siswa membawa pesan sugestif cukup kuat. Pada materi ekosistem ini dengan membuat proyek maka siswa akan bekerja berkelompok, dan untuk membuat proyek yang baik maka dibutuhkan kerjasama antara anggota kelompok yang tinggi. Pembelajaran dengan PjBL yang mengembangkan sikap kerjasama tepat digunakan untuk mempelajari materi tentang ekosistem ini.

Menurut Johnson (2010:35) perilaku kerjasama cenderung lebih menghasilkan tingkat penalaran lebih tinggi, lebih sering terciptanya ide – ide dan solusi – solusi baru, dan terjadi pentransferan informasi dari kelompok baru. Melihat pernyataan tersebut menunjukkan bahwa kerjasama dapat meningkatkan pengetahuan, sehingga jika sikap kerjasama seseorang tinggi maka pengetahuannyapun akan tinggi. Pengetahuan seseorang yang tinggi maka hasil belajar kognitifnya pun juga akan semakin tinggi.

METODE PENELITIAN

Desain Penelitian

Jenis penelitian ini adalah *Quasi Experiment Research*. Rancangan penelitian yang digunakan adalah *pretest-posttest control group design*. Penelitian

ini menggunakan dua kelas sampel, yaitu kelas eksperimen dan kelas kontrol. Siswa pada kelas eksperimen diberikan perlakuan dengan model pembelajaran *Project Based Learning* (PjBL)

Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan November 2014 sampai April 2015 tahun ajaran 2014/2015 di SMP Negeri 1 Yogyakarta.

Populasi, Sampel, dan Teknik Pengambilan Sampel

Populasi dalam penelitian ini adalah seluruh kelas VII tahun pelajaran 2014/2015 di SMP Negeri 1 Yogyakarta yang terdiri dari 8 kelas yaitu kelas VII a sampai kelas VII h. Sampel dalam penelitian ini ditentukan menggunakan teknik *cluster random sampling*. Kelas yang terpilih menjadi sampel penelitian adalah kelas VII a dan VII b. Kelas VII b sebagai kelompok eksperimen dan kelas VII a sebagai kelas kontrol.

Variabel Penelitian

Variable bebas dalam penelitian ini adalah penerapan model *Project Based Learning* pada kelas eksperimen sebagai variabel X sedangkan variabel kontrol dalam penelitian ini adalah guru, materi pelajaran, dan waktu yang sama. Variabel terikat dalam penelitian ini adalah sikap kerjasama sebagai variabel Y_1 dan hasil belajar kognitif siswa sebagai variabel Y_2 .

Teknik dan Instrumen Pengumpulan Pengumpulan Data

Data penelitian ini meliputi nilai sikap kerjasama siswa, hasil belajar kognitif, dan keterlaksanaan PjBL. Data nilai sikap kerjasama siswa diperoleh melalui observasi sikap kerjasama yaitu dengan melakukan observasi selama berlangsungnya kegiatan kelompok yaitu diskusi dan membuat proyek. Data ini diperoleh dengan cara memberi skor pada siswa berdasarkan indikator – indikator penilaian sikap kerjasama. Data hasil kognitif siswa diperoleh melalui pretes dan postes yang dilakukan pada awal pembelajaran dan akhir pembelajaran. Data keterlaksanaan model *Project Based Learning* dikumpulkan melalui observasi oleh observer. Data diperoleh dengan cara observer mengisi lembar observasi keterlaksanaan model *Project Based Learning*.

Instrumen yang digunakan dalam penelitian ini berupa RPP, LKS, Lembar Observasi Keterlaksanaan PjBL, Lembar Penilaian Sikap Kerjasama, Soal Pretes dan Postes.

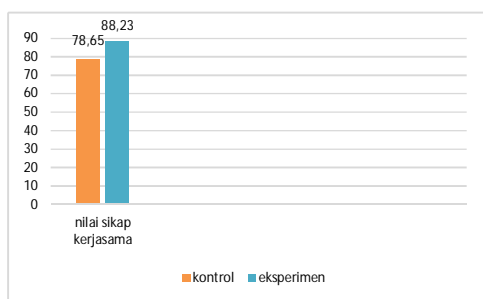
Teknik Analisis Data

Data yang diperoleh dari penelitian dianalisis menggunakan SPSS 16. Data diuji prasyarat menggunakan uji normalitas dan homogenitas, selanjutnya data dianalisis uji beda dengan ANOVA dan dianalisis korelasinya dengan uji korelasi pearson.

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

Pada penelitian kali ini peneliti menerapkan model pembelajaran *project based learning* pada kelas eksperimen, dimana siswa diminta membuat suatu proyek yaitu proyek live akuarium. Sedangkan untuk kelas kontrol siswa menerapkan model pembelajaran konvensional. Data pada penelitian ini yang merupakan data utama untuk menguji hipotesis pada adalah data hasil belajar kognitif siswa dan nilai sikap kerjasama siswa. Data – data tersebut terlebih dahulu di uji prasyarat yaitu uji normalitas dan uji homogenitas sebelum diuji hipotesis menggunakan ANOVA dan korelasi pearson. Data nilai sikap kerjasama dan hasil belajar kognitif siswa setelah di uji prasyarat menunjukkan data terdistribusi normal dan data merupakan data homogen. Data berdistribusi normal karena hasil uji menunjukkan nilai probabilitas berada di atas 0,05 ($p > 0,05$) sehingga H_0 ditolak. Maka dapat disimpulkan bahwa data berdistribusi normal. Sedangkan data disimpulkan homogen jika hasil uji homogenitas menunjukkan nilai probabilitas berada di atas 0,05 ($p > 0,05$) sehingga H_0 ditolak. Maka dapat disimpulkan bahwa data mempunyai varian – varian sama atau data dapat dikatakan data homogen.

Model pembelajaran PjBL memiliki pengaruh terhadap sikap kerjasama. Dapat dilihat pada gambar 1 diagram pencapaian nilai sikap kerjasama siswa.



Gambar 1. Diagram Pencapaian Nilai Sikap Kerjasama Siswa

Berdasarkan diagram tersebut dapat dilihat nilai rata –rata sikap kerjasama siswa sangatlah jauh berbeda. Kelas eksperimen memiliki nilai rata – rata yang jauh lebih tinggi dari kelas eksperimen. Untuk melihat dan memastikan ada tidaknya perbedaan sikap kerjasama kelas kontrol dan eksperimen dilakukan analisis statistik menggunakan SPSS 16 dengan uji ANOVA . Dibawah ini merupakan data hasil uji ANOVA untuk nilai sikap kerjasama, nilai postes, dan nilai pretes.

Tabel 1. Hasil Uji ANOVA

		Sum of	df	Mean	F	Sig.
		Square		Square		
Kerjasama	Between	1322.7	1	1322.7	13.	.00
	Groups	65		65	403	1
	Within	5921.6	60	98.694		
	Groups	22				
	Total	7244.3	61			
Postes	Between	939.83	1	939.83	23.	.00
	Groups	3		3	050	0
	Within	2446.4	60	40.774		
	Groups	41				

Pretes	Total	3386.2	61			
		74				
	Between	132.25	1	132.25	1.5	.21
	Groups	9		9	91	2
	Within	4987.9	60	83.132		
	Groups	35				
	Total	5120.1	61			
		94				

Nilai P untuk uji ANOVA ini 0,000 nilai P ini lebih kecil dari 0,01 ($P < 0,01$) hal tersebut menunjukkan bahwa H_0 ditolak dan H_1 diterima. Hal tersebut menunjukkan bahwa terdapat perbedaan nilai sikap kerjasama yang sangat signifikan antara pembelajaran menggunakan model *Project Based Learning* dan pembelajaran menggunakan model pembelajaran konvensional. Perbedaan nilai sikap kerjasama tersebut disebabkan oleh beberapa faktor. Menurut peneliti faktor – faktor yang mempengaruhi perbedaan nilai sikap kerjasama di kelas kontrol dan eksperimen adalah

- a. Pada kelas eksperimen dengan model *Project Based Learning* siswa diminta untuk membuat proyek, sehingga dalam proses pembuatan proyek tersebut siswa akan lebih banyak untuk saling bekerjasama dan mengungkapkan pendapat. Pada tahap pembelajaran *Project Based Learning* yaitu *Start with the essential Question, Describe the ecosystem, Design a Plan for the Project, Create a schedule, Monitoring of the students and the progress of the project, Asses the Outcome*, dan *Evaluate the Experience* dalam tahap - tahap ini siswa lebih memiliki kesempatan untuk menunjukkan kesungguhan dalam mengerjakan tugas kelompok, mengajak bekerjasama untuk mengerjakan tugas, menghormati perbedaan individu menggunakan kesepakatan, interaksi dalam kelompok, selalu berada dalam kelompok, mengambil giliran dan berbagi tugas, menyelesaikan tugas tepat waktu, dan menghargai kelompok lain. Sebagai contoh saat siswa menyusun rencana pembuatan proyek akuarium, setiap siswa pasti akan usul apa saja hewan yang harus ada,

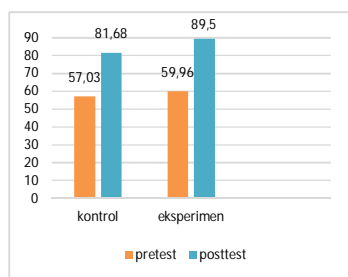
tanaman air apa yang hendak diberikan, bagaimana bentuk akuarium yang hendak dibuat, dan siapa yang hendak membawa alat bahan. Kegiatan yang siswa lakukan tersebut dapat membuat siswa untuk menunjukkan sikap kesungguhan dalam mengerjakan tugas kelompok, mengajak bekerjasama untuk mengerjakan tugas, menghormati perbedaan individu menggunakan kesepakatan, interaksi dalam kelompok, selalu berada dalam kelompok, mengambil giliran dan berbagi tugas, menyelesaikan tugas tepat waktu, dan menghargai kelompok lain, sehingga nilai kerjasama siswa kelas kontrol akan lebih baik.

- b. Kelas dengan model *Project Based Learning* lebih menuntut siswa untuk mencari materi sendiri dengan berdiskusi kelompok, sehingga melihat hal itu semua siswa dalam kelompok memiliki peluang yang sama dalam berbagi ilmu dan pengalaman dengan teman sekelompoknya dan lebih leluasa untuk mengungkapkan pendapat. Siswa yang pintar akan lebih memberikan banyak masukan dalam hal materi, namun yang kurang pintar di dalam diskusi kelompok dapat memberikan pendapat mengenai bentuk akuarium seperti apa cara mendapatkan bahannya dimana, sehingga akan terjalin sikap sosial yang baik dengan membuat proyek akuarium ini.
- c. Pada kelas dengan model *Project Based Learning* siswa juga diminta untuk merancang suatu proyek sampai proyek tersebut jadi dan kemudian mempresentasikannya sampai membuat laporan kerja praktikum. Dari kegiatan tersebut siswa akan lebih dapat mengungkapkan pendapat dan menunjukkan partisipasinya secara aktif dalam pembuatan proyek. Karena dalam pembuatan proyek semua anggota kelompok akan memiliki rasa ingin menjadikan proyeknya menjadi yang terbaik karena dipertontonkan didepan kelas, sehingga mereka pasti akan ikut berpendapat dan bekerja membuat proyek. Melihat perilaku yang ditunjukkan siswa itu maka sikap kerjasama akan kelihatan muncul dalam model *Project Based Learning*. Hasil proyek akuarium yang telah dibuat siswa dapat dilihat pada gambar berikut ini.

- d. Model *Project Based Learning* juga meminta siswa untuk melakukan pembuatan laporan kelompok dalam pelaksanaan praktikum pembuatan proyek. Laporan proyek kelompok dapat dilihat di lampiran skripsi. Dengan memberikan siswa tugas untuk membuat laporan disitu siswa akan belajar untuk membagi tugas dan mengungkapkan pendapat dalam pembuatan laporan kelompok, sehingga dari kegiatan tersebut nilai sikap kerjasama siswa akan semakin tinggi dan terlihat dalam kelas yang menggunakan model *Project Based Learning*.

Hal diatas sesuai dengan berbagai macam teori yang menyatakan model *Project Based Learning* dapat mengembangkan sikap kerjasama. Model pembelajaran *Project Based Learning* dapat mengembangkan attitude yaitu mengembangkan kerjasama siswa. Pengajaran ini memberikan kebebasan kepada siswa untuk mengembangkan kemampuan individualnya dan kemampuan kerjasama dalam kelompok (Udin S, Winaputra dkk. 1993: 199). Selain teori di atas, Moursund (Made Wena, 2013: 147) juga menyatakan bahwa pembelajaran berbasis proyek meningkatkan perilaku kooperatif siswa, melalui sebuah proyek yang dikerjakan secara berkelompok.

Selanjutnya akan dibahas mengenai pengaruh model pembelajaran *project based learning* terhadap hasil belajar kognitif siswa. Data hasil belajar kognitif yang didapatkan dari siswa meliputi hasil pretes dan hasil postes. Diagram berikut ini adalah diagram nilai hasil belajar kognitif siswa kelas kontrol dan kelas eksperimen.



Gambar 2. Diagram Hasil Belajar Kognitif Kelas Kontrol dan Eksperimen

Melihat diagram di atas dapat dilihat bahwa nilai rata – rata postes hasil

belajar kognitif lebih tinggi kelas eksperimen dari pada kelas kontrol. Perbedaananya cukup tinggi yaitu 7,82. Dari hasil uji ANOVA nilai postes kelas kontrol dan eksperimen mempunyai nilai probability 0,00 hal tersebut menunjukkan nilai P lebih kecil dari 0,01 ($P < 0,01$) sehingga H_0 ditolak dan H_1 diterima. H_1 diterima maka kedua kelas memiliki rata – rata yang berbeda secara sangat signifikan, berarti kedua kelas memiliki hasil belajar kognitif akhir (postes) yang berbeda setelah diberikan perlakuan. Maka dalam hal ini model pembelajaran *Project Based Learning* berpengaruh terhadap hasil belajar kognitif siswa, karena hasil belajar kognitif kelas siswa yang diberikan perlakuan model pembelajaran *Project Based Learning* lebih tinggi dibandingkan dengan kelas siswa yang diberikan model pembelajaran konvensional. Model PjBL membantu siswa dalam belajar pengetahuan dan ketrampilan yang kokoh yang dibangun melalui tugas-tugas dan pekerjaan otentik. Situasi belajar, lingkungan, isi, dan tugas-tugas yang relevan, realistik, otentik, dan menyajikan kompleksitas alami dunia nyata mampu memberikan pengalaman pribadi siswa terhadap obyek siswa dan informasi yang diperoleh siswa membawa pesan sugestif cukup kuat.

Hasil belajar kognitif siswa di kelas eksperimen lebih tinggi dibandingkan dengan hasil belajar kognitif siswa di kelas kontrol menurut peneliti disebabkan oleh beberapa faktor antara lain:

- a. Tingginya hasil belajar kognitif siswa di kelas yang diberikan perlakuan model *Project Based Learning* disebabkan karena dalam model ini siswa diberikan pengetahuan dengan sebuah pengalaman nyata. Jadi siswa dalam hal ini bukan hanya menghafal teori namun mereka bisa melihat secara langsung teori yang mereka hafal dan contoh nyatanya sehingga ingatan mereka akan teori yang dihafal tambah kuat dan hal itu akan mempengaruhi kognisi mereka. Sebagai contoh pada kelas eksperimen disana siswa dapat mengerti apa itu populasi dengan membuat suatu populasi alami dalam akuariumnya misal kelompok 1 membuat populasi ikan Nila, dengan mereka membuat populasi sendiri maka mereka akan lebih paham pengertian populasi bahkan sampai mereka tuapun mereka akan ingat.

- b. Proses diskusi yang terjadi pada kelas yang diberikan perlakuan model *Project Based Learning* juga lebih aktif dan melibatkan semua siswa, sehingga dalam hal ini siswa dapat secara bebas membagikan pengalaman yang berkaitan dengan ekosistem dan menyampaikan pendapat dalam berdiskusi. Keaktifan semua siswa dalam berdiskusi membuat mereka akan lebih mengetahui dan mengerti mengenai materi ekosistem. Sebagai contoh dalam diskusi kelompok di kelas kontrol guru meminta mereka membuat suatu akuarium yang seimbang, maka mereka dapat berpendapat bahwa ekosistem seimbang dan dapat bertahan lama yaitu jika ada produsen, konsumen, sebagai komponen biotik dan komponen abiotik. Selain itu ekosistem yang seimbang juga dapat dilihat jika populasi yang ada dalam ekosistem beragam, dengan siswa mengetahui pendapat itu maka siswa akan lebih paham mengenai konsep keseimbangan ekosistem dengan membuat ekosistem akuarium sendiri yang seimbang. Siswa yang berpendapat aktif dan saling bertukar pengalaman akan menambah ilmu mengenai ekosistem dan hal tersebut dapat mempengaruhi kemampuan kognitif siswa.
- c. Pada model *Project Based Learning* ini siswa diminta untuk membuat suatu proyek mulai dari perencanaan, pelaksanaan, sampai presentasi dan membuat laporan. Dengan melakukan hal tersebut siswa akan lebih mendalami materi ekosistem untuk membuat suatu konsep membuat proyek *live Aquarium* yang terbaik. Tanpa mempelajari materi ekosistem dengan baik, tidak mungkin proyek dapat dibuat dengan baik dan laporan dapat tersusun. Sebagai contoh ketika siswa membuat ekosistem maka siswa harus tahu apa itu ekosistem, komunitas, populasi, aliran energi, komponen abiotik, dan rantai makanan maka melihat hal itu siswa mau tidak mau harus mencari materi seputar hal tersebut untuk membuat akuarium yang baik dan untuk menyusun laporan praktikum. Dalam hal ini model PjBL membantu siswa dalam belajar pengetahuan dan ketrampilan yang kokoh yang dibangun melalui tugas-tugas dan pekerjaan otentik. Situasi belajar, lingkungan, isi, dan tugas-tugas yang relevan, realistik, otentik, dan menyajikan kompleksitas alami dunia nyata

mampu memberikan pengalaman pribadi siswa terhadap obyek siswa dan informasi yang diperoleh siswa membawa pesan sugestif cukup kuat.

Sikap kerjasama dan hasil belajar kognitif juga dianalisis menggunakan spss untuk mengetahui hubungan antara kedua variabel. Dibawah ini merupakan hasil dari uji korekasi pearson menggunakan spss.

Tabel 2. Hasil Uji korelasi pearson

		postes_ kontrol	kerjasama_eks perimen
postes_kontrol	Pearson	1	.440*
	Correlation		
	Sig. (2-tailed)		.019
	N	28	28
kerjasama_eks perimen	Pearson	.440*	1
	Correlation		
	Sig. (2-tailed)	.019	
	N	28	28

*. Correlation is significant at the 0.05 level (2-tailed).

Dari hasil uji korelasi menggunakan SPSS 16 didapatkan hasil yaitu koefisien korelasi antara sikap kerjasama dan hasil belajar kognitif akhir siswa (Postes) di kelas eksperimen $r = 0,440$. Koefisien korelasi $r(\text{hitung}) = 0,440$ lebih besar $r(\text{tabel}) = 0,371$, yang menunjukkan bahwa kedua variabel berkorelasi secara signifikan. Dari hasil uji korelasi menggunakan SPSS 16 dapat diketahui bahwa nilai sig. adalah sebesar 0,019. Nilai tersebut lebih kecil daripada 0,01. Nilai tersebut menunjukkan bahwa ada hubungan positif antara sikap kerjasama dan hasil belajar kognitif akhir siswa (Postes) di kelas eksperimen. Hubungan antara sikap kerjasama dan hasil belajar kognitif akhir siswa (Postes) di kelas eksperimen saling berpengaruh, semakin tinggi skor sikap kerjasama maka semakin tinggi pula skor hasil belajar kognitif siswa kelas eksperimen. Hal tersebut dapat dilihat pada pembelajaran di kelas

eksperimen sat pembuatan proyek yaitu ketika siswa memiliki kerjasama yang tinggi maka mereka akan aktif berpendapat dalam kelompok dan akan selalu mengikuti kegiatan dalam kelompok, dengan mereka mengikuti kegiatan dalam kelompok dan berpartisipasi aktif di kelompok maka siswa akan lebih mendapatkan pengetahuan banyak yaitu mengenai materi seputar ekosistem dalam proyek akuarium yang mereka buat. Siswa yang memiliki pengetahuan mengenai materi ekosistem yang banyak, maka disaat mereka mengerjakan postes nilainya juga kan baik.

Hasil uraian di atas sesuai dengan teori yang menyatakan bahwa sikap kerjasama akan meningkatkan hasil belajar kognitif siswa. Menurut Johnson (2010:35) perilaku kerjasama cenderung lebih menghasilkan tingkat penalaran lebih tinggi, lebih sering terciptanya ide – ide dan solusi – solusi baru, dan terjadi pentransferan informasi dari kelompok baru. Melihat pernyataan tersebut menunjukkan bahwa kerjasama dapat meningkatkan pengetahuan, sehingga jika sikap kerjasama seseorang tinggi maka pengetahuannyapun akan tinggi. Pengetahuan seseorang yang tinggi maka hasil belajar kognitifnya pun juga akan semakin tinggi. Dalam kelas eksperimen hasil belajar kognitif dapat dipengaruhi oleh kerjasama, hal tersebut karena pendekatan model PjBL didukung teori belajar konstruktivisme. Konstruktivisme adalah teori belajar yang mendapat dukungan luas yang bersandar pada ide bahwa siswa membangun pengetahuannya sendiri di dalam konteks pengalamannya sendiri. Adanya peluang untuk menyampaikan ide, mendengarkan ide-ide orang lain, dan merefleksikan ide sendiri pada ide-ide orang lain, adalah suatu bentuk pengalaman pemberdayaan individu. Proses interaktif dengan kawan sejawat itu membantu proses konstruksi pengetahuan (*meaning-making process*). Menurut pandangan ini transaksi sosial memainkan peranan sangat penting dalam pembentukan kognisi (Richmond & Striley, 1996 dalam Mahanal, 2009: 3). Berdasarkan uraian di atas maka dapat disimpulkan bahwa semakin tinggi sikap kerjasama siswa maka semakin tinggi pula hasil belajar

siswa dalam ranah kognitif.

SIMPULAN DAN SARAN

Simpulan

Berdasarkan tujuan, hasil, dan pembahasan dalam penelitian, dapat ditarik kesimpulan bahwa:

1. Pembelajaran dengan model *Project Based Learning* (PjBL) berpengaruh sangat signifikan terhadap sikap kerjasama siswa. Hal tersebut dibuktikan dengan nilai uji statistika yang menghasilkan nilai probability 0,001 karena $p < 0,01$ maka nilai sikap kerjasama siswa kelas kontrol dan eksperimen berbeda secara signifikan. Sikap kerjasama siswa kelas eksperimen yang mengikuti pembelajaran dengan model PjBL mempunyai nilai rata-rata lebih tinggi dari pada siswa kelas kontrol yang mengikuti model pembelajaran konvensional.
2. Pembelajaran dengan model *Project Based Learning* (PjBL) berpengaruh sangat signifikan terhadap hasil belajar kognitif siswa. Hal tersebut dibuktikan dengan nilai uji statistika yang menghasilkan nilai probability 0,000 karena $p < 0,01$ maka nilai postes siswa kelas kontrol dan eksperimen berbeda secara signifikan. Nilai postes siswa kelas eksperimen yang mengikuti pembelajaran dengan model PjBL mempunyai nilai rata-rata lebih tinggi dari pada siswa kelas kontrol yang mengikuti model pembelajaran konvensional.
3. Terdapat hubungan yang positif antara sikap kerjasama dan hasil belajar kognitif siswa, semakin baik sikap kerjasama siswa maka semakin tinggi hasil belajar siswa terutama aspek kognitif. Hal tersebut dapat dilihat dari uji korelasi dengan $r = 0,44$ maka kedua variabel tersebut memiliki hubungan korelasi sedang.

Saran

Saran yang dapat diberikan adalah Bagi sekolah, diharapkan agar dapat lebih memperhatikan model pembelajaran yang dilakukan guru untuk memilih model pembelajaran yang dapat memaksimalkan siswa mengembangkan

keterampilan sosial dan bagi peneliti yang akan melakukan penelitian sejenis hendaknya presentasi yang dilakukan siswa juga dibuatkan forum pameran yang bisa dilihat seluruh warga sekolah.

DAFTAR PUSTAKA

- David W. Johnson, Roger T. Johnson, dan Edythe Johnson Holubec. (2010). *COLABORATIVE LEARNING: Strategi Pembelajaran untuk Sukses Bersama (terjemahan)*. Bandung: Nusa Media.
- Depdiknas. (2003). *Standar Kompetensi Mata Pelajaran Biologi SMA*. (online), (http://sasterpadu.tripod.com/sas_store/Biologi.Pdf, diakses tanggal 1-12-2014).
- E. Mulyasa. (2007). *Kurikulum Tingkat Satuan Pendidikan, Sebuah Panduan Praktis*. Bandung: PT Remaja Rosdakarya
- Hasbullah. (2009). *Dasar-Dasar Ilmi Pendidikan*. Jakarta: Raja Grafindo Persada.
-
- Made Wena. (2013). *Strategi Pembelajaran Inovatif Kontemporer*. Jakarta: Bumi Aksara.
- Mahanal, S., Darmawan, E., Corebima, A., dan Zubaidah, S.(2009). *Pengaruh Pembelajaran Project Based Learning(PjBL) pada Materi Ekosistem terhadap Sikap dan Hasil Belajar Siswa SMAN 2*. Malang: Universitas Malang.
- Mahanal, S. & Wibowo, A.L. (2009). *Penerapan pembelajaran Lingkungan Hidup Berbasis Proyek untuk Memberdayakan Kemampuan Berpikir Kritis, Penguasaan Konsep, dan Sikap Siswa (Studi di SMAN 9Malang)*. Malang:Universitas Malang.
- Winaputra, Udin S, dkk. (1993). *Strategi Belajar Mengajar IPA*. Jakarta : Universitas Terbuka, Departemen Pendidikan Dan Kebudayaan.

KBKKPS SISWA SMA NEGERI DI KOTA YOGYAKARTA DALAM MATA PELAJARAN BIOLOGI DITINJAU DARI KEFAVORITAN SEKOLAH

Dyah Aniza Kismiati, S.Pd¹, Prof. Dr. Bambang Subali, M.S², Asri Widowati, M.Pd³

¹Mahasiswa Magister Pendidikan Biologi, Universitas Negeri Yogyakarta

^{2,3}Dosen Universitas Negeri Yogyakarta

anizady93@gmail.com

Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui tingkat kemampuan berpikir kreatif KPS (KBKKPS) siswa SMA negeri di Kota Yogyakarta dalam mata pelajaran biologi ditinjau dari kefavoritan sekolah. Penelitian ini merupakan penelitian deskriptif, menggunakan metode survei dan dilaksanakan pada bulan Desember 2014 hingga Maret 2015. Pengambilan sampel menggunakan teknik *cluster sampling* dengan 22 kelas sebagai *cluster* yang terdiri atas 11 kelas pada jenjang kelas X dan 11 kelas pada jenjang kelas XI. Variabel bebas berupa kefavoritan sekolah sedangkan sebagai variabel tergayut adalah KBKKPS siswa dalam mata pelajaran biologi. Teknik pengumpulan data menggunakan instrumen KBKKPS dalam mata pelajaran biologi yang disusun oleh Bambang Subali (2009). Instrumen tersebut telah diuji validitas dan reliabilitas. Uji validitas dengan analisis program Quest menggunakan pendekatan IRT sedangkan uji reliabilitas juga dengan analisis program Quest berdasarkan *Standar error of measurement*. Teknik analisis data menggunakan statistika deskriptif. Hasil analisis menunjukkan bahwa KBKKPS siswa kelas X maupun kelas XI SMA negeri favorit dan non favorit di Kota Yogyakarta terkategori kurang kreatif. Hal ini ditunjukkan dengan skor rata-rata aktual yang berada pada rentang $37,5 \leq M < 75$. Bila dibandingkan antara kedua kategori testi, KBKKPS siswa kelas X SMA N favorit lebih tinggi daripada siswa kelas X SMA N non favorit di Kota Yogyakarta sedangkan pada siswa kelas XI justru KBKKPS siswa SMA N non favorit lebih tinggi daripada siswa SMA N favorit. Tingkat kesulitan item soal KBKKPS pada aspek keterampilan dasar sebagian besar rendah bagi siswa. Pada aspek keterampilan memroses, tingkat kesulitan item rendah bagi sebagian siswa namun bagi sebagian siswa lainnya tinggi. Pada aspek keterampilan menginvestigasi, tingkat kesulitan item KBKKPS tinggi bagi seluruh siswa.

Kata Kunci: berpikir kreatif, KPS, favorit, non favorit.

PENDAHULUAN

Perkembangan zaman yang memasuki era globalisasi di abad ke-21 menyebabkan terjadinya pergeseran paradigma pembangunan di dunia dari kekayaan alam menjadi kekayaan peradaban. Dalam rangka membangun kekayaan peradaban, diperlukan Sumber Daya Manusia (SDM) yang beradab pula sebagai modal pembangunan. Oleh karena itu, peran pendidikan melalui UU Sisdiknas No. 20 Tahun 2003 Pasal 3 mengamanatkan pendidikan nasional tidak hanya bertujuan untuk mengembangkan dan membentuk watak serta peradaban bangsa namun juga bertujuan untuk mengembangkan potensi siswa agar menjadi manusia yang beriman dan bertakwa kepada Tuhan YME, berakhlak mulia, cakap, kreatif, mandiri, dan menjadi warga negara yang demokratis serta bertanggung jawab. Dari tujuan pendidikan nasional tersebut, kemampuan kecakapan terlebih kecakapan berpikir (*thinking skill*) dibutuhkan untuk menjawab tantangan masa depan.

Kecakapan berpikir dapat dilatih melalui pembelajaran sains. Sains memiliki hakikat "*science as inquiry*" yang berarti konsep-konsep yang ada dalam sains termasuk biologi merupakan sebuah penemuan yang diperoleh melalui penyelidikan ilmiah. Penyelidikan ilmiah melalui metode inkuiri menurut Schlenker (Trianto, 2009: 167) terbukti dapat meningkatkan pemahaman sains, produktif dalam berpikir kreatif, dan membuat siswa menjadi terampil dalam memperoleh dan menganalisis informasi.

Penguasaan ranah keterampilan melalui proses ilmiah yang diterapkan dalam pembelajaran biologi merupakan tuntutan dari KTSP maupun Kurikulum 2013, yaitu Permendikbud No. 65 Tahun 2013. Proses ilmiah merupakan tumpuan proses pembelajaran yang melibatkan berbagai keterampilan proses sains/ KPS (Bambang Subali, 2013: 8). Bryce, *et al.* (1990: 2) memaparkan bahwa KPS mencakup KPS dasar (*basic process skill*) yang terdiri dari keterampilan dasar (*basic skill*) dan keterampilan mengolah/ memproses (*process skill*) serta keterampilan melakukan investigasi (*investigation skill*) secara terintegrasi. KPS dasar (*basic skill*) meliputi lima sub aspek yaitu: (a) keterampilan melakukan pengamatan; (b) keterampilan mencatat data; (c) keterampilan melakukan pengukuran; (d) keterampilan mengimple-mentasikan prosedur; dan (e) keterampilan mengikuti instruksi (Bambang Subali, 2013: 11). Keterampilan memroses meliputi tiga sub aspek yaitu: (a) keterampilan memprediksi; (b) keterampilan menginferensi; dan (c) keterampilan untuk menyeleksi berbagai cara atau prosedur, sedangkan KPS investigasi meliputi tiga sub aspek yaitu: (a) merencanakan investigasi; (b) melaksanakan investigasi; dan (c) melaporkan hasil investigasi (Bambang Subali, 2013: 12).

KPS yang diajarkan dalam pembelajaran sains bertujuan untuk

mengembangkan kemampuan berpikir kreatif. Torrance (Lawson, 1979: 233) mendefinisikan berpikir kreatif sebagai suatu proses merasakan kesulitan, masalah, kesenjangan dalam informasi, hilangnya komponen-komponen dan ketidakharmonisan; penjelasan terhadap penyelesaian masalah; membuat perkiraan atau memformulasikan hipotesis tentang ketidaksempurnaan; menguji perkiraan-perkiraan tersebut dan memperbaikinya dan menguji kembali atau bahwa menjelaskan kembali masalah hingga akhirnya mengkomunikasikan hasil. Hal ini berarti ketika seseorang sedang berpikir kreatif maka akan terjadi sebuah jalinan proses yang bertujuan untuk menyelesaikan masalah. Tak hanya itu, berpikir kreatif juga berperan untuk mendorong siswa agar dapat menghasilkan ide-ide yang inovatif dan *feasible* yang berguna dalam kehidupan sehari-hari. Berpikir kreatif menurut Torrance (Cropley, 2000: 73) memiliki tiga komponen, yaitu kelancaran (*fluency*), berkenaan dengan respon atau tanggapan seseorang terhadap munculnya suatu gagasan ketika diberi suatu stimulus; keluwesan (*flexibility*) berkaitan dengan munculnya berbagai macam ide dari berbagai sudut pandang dan keaslian (*originality*) mengacu pada keunikan gagasan yang hanya mampu dipikirkan oleh sedikit orang. Ketika seseorang menguasai aspek kelancaran dan fleksibilitas, hal ini menandakan seseorang telah berpikir divergen.

Berpikir divergen sebagai awal dari berpikir kreatif menghasilkan gagasan yang tersusun secara acak. Kemampuan berpikir divergen selayaknya dikembangkan dalam pembelajaran biologi di sekolah, namun faktanya guru masih cenderung berorientasi pada kemampuan berpikir konvergen siswa melalui penggunaan soal berbentuk pilihan ganda yang memusat pada satu jawaban. Hal ini menyebabkan kemampuan berpikir kreatif dan kreativitas siswa rendah yang dibuktikan dengan hasil TIMSS pada tahun 2011 dimana siswa Indonesia pada jenjang kelas delapan berada pada level *Low International Benchmark* (Martin, *et al.*, 2012: 111). Selain itu, dari hasil penelitian Bambang Subali (2011: 141), kreativitas siswa pada SMA di Provinsi DIY dan Jawa Tengah kurang dikembangkan oleh guru di sekolah.

Di Indonesia, terdapat kategorisasi sekolah favorit yang dinilai berdasarkan *input*, *outcome* (banyaknya lulusan yang diterima di Perguruan Tinggi terkenal di Indonesia), dan *animo*. Sekolah favorit adalah sekolah yang mampu menarik minat calon siswa dengan rata-rata nilai input UN terendah paling tinggi atau dengan kata lain sekolah favorit mampu menarik minat siswa dengan potensi tinggi.

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui tingkat KBKKPS siswa SMA negeri di Kota Yogyakarta dalam mata pelajaran biologi ditinjau dari kefavoritan sekolah. Aspek kefavoritan sekolah menjadi hal yang menarik untuk diteliti sebab

tuntutan kurikulum mensyaratkan pendidikan yang sama rata pada setiap daerah. Oleh karena itu, adanya perbedaan potensi siswa pada sekolah yang dianggap favorit oleh masyarakat perlu diketahui pengaruhnya terhadap kemampuan berpikir kreatif siswa.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini merupakan jenis penelitian deskriptif dengan menggunakan metode survei yang dilakukan di sebelas SMA Negeri di Kota Yogyakarta pada bulan Desember 2014 hingga Maret 2015. Variabel tergayut yang digunakan yaitu KBKKPS siswa dalam mata pelajaran biologi sedangkan variabel bebasnya yaitu kefavoritan sekolah (SMA negeri favorit dan non favorit). Peneliti juga menggunakan variabel penjelas (*explanatory variable*) berupa jenjang kelas (kelas X dan XI) dan gender (laki-laki dan perempuan).

Pengambilan sampel menggunakan teknik *cluster sampling* hingga didapatkan total subyek penelitian sebanyak 644 siswa yang terdiri atas 332 siswa kelas X (181 siswa SMA negeri favorit dan 151 siswa SMA negeri non favorit) dan 312 siswa kelas XI (173 siswa SMA negeri favorit dan 139 siswa SMA negeri non favorit). Adapun SMA negeri di Kota Yogyakarta yang terkategori favorit yaitu SMA N 1, SMA N 2, SMA N 3, SMA N 5, SMA N 6 dan SMA N 8 sedangkan SMA negeri yang terkategori non favorit di Kota Yogyakarta yaitu SMA N 4, SMA N 7, SMA N 9, SMA N 10, dan SMA N 11. Data KBKKPS siswa dalam penelitian ini dikumpulkan melalui teknik tes. Instrumen penelitian berupa alat ukur kemampuan berpikir kreatif KPS dalam mata pelajaran Biologi yang disusun oleh Bambang Subali tahun 2009. Selain menggunakan teknik tes, data juga dikumpulkan melalui teknik wawancara dan dokumentasi. Teknik analisis data dilakukan dengan menggunakan statistika deskriptif. Adapun penentuan tingkat berpikir kreatif menggunakan formula rentang yang tertuang dalam Tabel 1.

Tabel 1. Formula Rentang Tingkat KBKKPS Siswa dalam Mata Pelajaran Biologi

Rentang <i>Mean</i> Pembanding	Tingkat Berpikir Kreatif
$(Mi + 1,5 SDi) \leq M \leq (Mi + 3,0 SDi)$	Sangat Kreatif
$(Mi + 0 SDi) \leq M < (Mi + 1,5 SDi)$	Kreatif
$(Mi - 1,5 SDi) \leq M < (Mi + 0 SDi)$	Kurang Kreatif
$(Mi - 3 SDi) \leq M < (Mi - 1,5 SDi)$	Tidak Kreatif

Keterangan:

Mi : mean (rerata) skor ideal = ½ (skor maksimal ideal + skor mentah minimal ideal)
 = ½ (150 + 0)
 = 75

SDi: simpangan baku skor ideal = 1/6 (skor maksimal ideal- skor minimal ideal)
 = 1/6 (150-0)
 = 25

M : mean (rerata) skor aktual

Dengan demikian, rentang akhir untuk menentukan tingkat KBKKPS dalam mata pelajaran Biologi seperti yang termuat dalam Tabel 2.

Tabel 2. Rentang Tingkat KBKKPS Siswa dalam Mata Pelajaran Biologi

Rentang <i>Mean</i> Pembanding	Tingkat Berpikir Kreatif
$(112,5) \leq M \leq (150)$	Sangat Kreatif
$(75) \leq M < (112,5)$	Kreatif
$(37,5) \leq M < (75)$	Kurang Kreatif
$(0) \leq M < (37,5)$	Tidak Kreatif

Peneliti juga melakukan analisis tingkat kesulitan dan kemampuan rata-rata siswa pada setiap item soal KBKKPS menggunakan program analisis Quest dengan membandingkan nilai kesulitan item (*difficulty*) pada hasil analisis it.out dengan kemampuan rata-rata siswa (*mean degree*) pada hasil analisis tn.out. yang tersaji dalam Tabel 3.

Tabel 3. Kategori Tingkat Kesulitan Item KBKKPS Siswa dalam Mata Pelajaran Biologi

Tingkat kesulitan item	Keterangan
Tinggi	$Mean Ability < difficulty$
Sedang	$Mean Ability = difficulty$
Rendah	$Mean Ability > difficulty$

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

A. HASIL PENELITIAN

Hasil analisis menggambarkan perbandingan tingkat kesulitan item dengan kemampuan rata-rata siswa dalam mengerjakan soal KBKKPS dalam mata pelajaran biologi. Selain itu, hasil analisis juga menyajikan tingkat KBKKPS siswa kelas X dan XI pada SMA negeri favorit dan non favorit di Kota Yogyakarta. Berikut ini akan diuraikan deskripsi analisis hasil penelitian yang telah diperoleh.

1. Tingkat Kesulitan Item dan Kemampuan Rata-rata Siswa Mengerjakan Soal KBKKPS dalam Mata Pelajaran Biologi pada Siswa Kelas X SMA Negeri Favorit dan Non Favorit di Kota Yogyakarta

Tingkat kesulitan item (*Difficulty*) dan kemampuan rata-rata siswa (*Mean Degree*) mengerjakan soal KBKKPS dalam Mata Pelajaran Biologi pada siswa kelas X SMA negeri favorit dan non favorit di Kota Yogyakarta disajikan dalam bentuk persentase pada Tabel 4 dan 5.

Tabel 4. Tingkat kesulitan item (*difficulty*) dan kemampuan rata-rata siswa (*mean degree*) kelas X SMA negeri favorit di Kota Yogyakarta dalam mata pelajaran Biologi

Aspek dan Sub aspek KPS	Tingkat Kesulitan Item pada Siswa Kelas X SMA Negeri Favorit (%)		
	<i>M.A > Diff</i>	<i>MA=Diff</i>	<i>M.A < Diff</i>
1. Keterampilan Dasar			
1a. Keterampilan melakukan pengamatan	83,33	0	16,67
1b. Keterampilan merekam data/ informasi	66,67	0	33,33
1c. Keterampilan mengikuti perintah/ instruksi	0	0	0
1d. Keterampilan melakukan pengukuran	66,67	0	33,33
1e. Keterampilan melakukan manipulasi gerakan	100	0	0
1f. Keterampilan mengimplementasikan prosedur/ teknik/ penggunaan peralatan	50	16,67	33,33
2. Keterampilan Memroses			
2a. Keterampilan membuat prediksi	66,67	0	33,33
2b. Keterampilan membuat inferensi	33,33	0	66,67
2c. Keterampilan menyeleksi prosedur	33,33	0	66,67
3. Keterampilan Menginvestigasi			
3a. Keterampilan merancang investigasi	20	0	80
3b. Keterampilan melaksanakan investigasi	0	0	100
3c. Keterampilan melaporkan hasil investigasi	33,33	0	66,67

Tabel 5. Tingkat kesulitan item (*difficulty*) dan kemampuan rata-rata siswa (*mean degree*) kelas X SMA negeri non favorit di Kota Yogyakarta dalam mata pelajaran Biologi

Aspek dan Sub aspek KPS	Tingkat Kesulitan Item pada Siswa Kelas X Negeri Non Favorit (%)		
	<i>M.A > Diff</i>	<i>MA=Diff</i>	<i>M.A < Diff</i>
1. Keterampilan Dasar			
1a. Keterampilan melakukan pengamatan	83,33	0	16,67
1b. Keterampilan merekam data/ informasi	66,67	0	33,33
1c. Keterampilan mengikuti perintah/ instruksi	0	0	0
1d. Keterampilan melakukan pengukuran	66,67	0	33,33
1e. Keterampilan melakukan manipulasi gerakan	0	0	100
1f. Keterampilan mengimplementasikan prosedur/ teknik/ penggunaan peralatan	33,33	0	66,67
2. Keterampilan Memroses			
2a. Keterampilan membuat prediksi	0	0	100
2b. Keterampilan membuat inferensi	33,33	0	66,67
2c. Keterampilan menyeleksi prosedur	33,33	0	66,67
3. Keterampilan Menginvestigasi			
3a. Keterampilan merancang investigasi	0	0	100
3b. Keterampilan melaksanakan investigasi	50	0	50
3c. Keterampilan melaporkan hasil investigasi	0	0	66,67

Tabel 4 dan 5 menyajikan tingkat kesulitan item yang memuat aspek keterampilan dasar rendah bagi siswa kelas X SMA negeri favorit namun bagi siswa kelas X SMA non favorit tergolong tinggi. Pada aspek keterampilan memroses, tingkat kesulitan item tinggi bagi siswa kelas X SMA negeri favorit dan non favorit di Kota Yogyakarta sedangkan pada aspek keterampilan menginvestigasi, tingkat kesulitan item sulit bagi siswa kelas X SMA negeri

favorit dan non favorit di Kota Yogyakarta.

2. Tingkat Kesulitan Item dan Kemampuan Rata-rata Siswa Mengerjakan Soal KBKKPS dalam Mata Pelajaran Biologi pada Siswa Kelas XI SMA Negeri Favorit dan Non Favorit di Kota Yogyakarta

Tingkat kesulitan item (*Difficulty*) dan kemampuan rata-rata siswa (*Mean Degree*) mengerjakan soal KBKKPS dalam Mata Pelajaran Biologi pada siswa kelas XI SMA negeri favorit dan non favorit di Kota Yogyakarta disajikan dalam bentuk persentase pada Tabel 6 dan 7.

Tabel 6. Tingkat kesulitan item (*difficulty*) dan kemampuan rata-rata siswa (*mean degree*) kelas XI SMA negeri favorit di Kota Yogyakarta dalam mata pelajaran Biologi

Aspek dan Sub aspek KPS	Tingkat Kesulitan Item pada Siswa Kelas X SMA Negeri Favorit (%)		
	<i>MA > Diff</i>	<i>MA=Diff</i>	<i>MA < Diff</i>
1. Keterampilan Dasar			
1a. Keterampilan melakukan pengamatan	50	0	50
1b. Keterampilan merekam data/ informasi	33,33	0	66,67
1c. Keterampilan mengikuti perintah/ instruksi	0	0	0
1d. Keterampilan melakukan pengukuran	100	0	0
1e. Keterampilan melakukan manipulasi gerakan	100	0	0
1f. Keterampilan mengimplementasikan prosedur/ teknik/ penggunaan peralatan	33,33	16,67	50
2. Keterampilan Memroses			
2a. Keterampilan membuat prediksi	33,33	33,33	33,33
2b. Keterampilan membuat inferensi	0	0	100
2c. Keterampilan menyeleksi prosedur	33,33	0	66,67
3. Keterampilan Menginvestigasi			
3a. Keterampilan merancang investigasi	0	0	100
3b. Keterampilan melaksanakan investigasi	0	0	100
3c. Keterampilan melaporkan hasil investigasi	33,33	0	66,67

Tabel 7. Tingkat kesulitan item (*difficulty*) dan kemampuan rata-rata siswa (*mean degree*) kelas XI SMA negeri non favorit di Kota Yogyakarta dalam mata pelajaran Biologi

Aspek dan Sub aspek KPS	Tingkat Kesulitan Item pada Siswa Kelas X Negeri Non Favorit (%)		
	<i>MA > Diff</i>	<i>MA=Diff</i>	<i>MA < Diff</i>
1. Keterampilan Dasar			
1a. Keterampilan melakukan pengamatan	66,67	0	33,33
1b. Keterampilan merekam data/ informasi	0	0	100
1c. Keterampilan mengikuti perintah/ instruksi	0	0	0
1d. Keterampilan melakukan pengukuran	33,33	0	66,67
1e. Keterampilan melakukan manipulasi gerakan	100	0	0
1f. Keterampilan mengimplementasikan prosedur/ teknik/ penggunaan peralatan	50	0	50
2. Keterampilan Memroses			
2a. Keterampilan membuat prediksi	66,67	0	33,33
2b. Keterampilan membuat inferensi	50	0	50
2c. Keterampilan menyeleksi prosedur	66,67	0	33,33
3. Keterampilan Menginvestigasi			
3a. Keterampilan merancang investigasi	10	0	90
3b. Keterampilan melaksanakan investigasi	50	0	50
3c. Keterampilan melaporkan hasil investigasi	33,33	0	66,67

Tabel 6 dan 7 menunjukkan bahwa secara umum tingkat kesulitan item yang memuat aspek keterampilan dasar rendah bagi siswa kelas XI SMA negeri favorit namun bagi siswa kelas XI SMA non favorit tergolong sedang. Pada aspek keterampilan memroses, tingkat kesulitan item tinggi bagi siswa kelas XI SMA negeri favorit namun rendah bagi siswa kelas XI SMA negeri non favorit sedangkan pada aspek keterampilan menginvestigasi tingkat kesulitan item sulit bagi siswa kelas XI SMA negeri favorit dan non favorit di Kota Yogyakarta.

3. Aspek Kefavoritan Sekolah terhadap KBKKPS Siswa Kelas X SMA Negeri di Kota Yogyakarta dalam Mata Pelajaran Biologi

Hasil analisis data aspek kefavoritan sekolah terhadap KBKKPS siswa kelas X SMA negeri di Kota Yogyakarta dalam mata pelajaran biologi ditunjukkan dalam Tabel 8.

Tabel 8. KBKKPS Siswa Kelas X SMA Negeri Favorit dan SMA Negeri Non Favorit di Kota Yogyakarta dalam Mata Pelajaran Biologi

Kefavoritan Sekolah	N	Skor Mentah			Skor Tes Total	Skor Logit		
		Min	Maks	$\bar{y} \pm s$		Min	Maks	$\bar{y} \pm s$
SMA N favorit	181	14	101	$59,52 \pm 18,95$	150	-1,50	0,37	$-0,31 \pm 0,31$
SMA N non favorit	151	7	104	$50,16 \pm 16,74$	150	-2,02	0,44	$-0,47 \pm 0,30$

Tabel 8 menunjukkan bahwa rata-rata skor logit siswa SMA negeri favorit sebesar -0,31 lebih tinggi daripada skor logit siswa SMA negeri non favorit sebesar -0,47. Kuadrat dari simpangan baku menunjukkan besarnya varian. Varian KBKKPS siswa kelas X SMA negeri favorit sebesar 0,10 lebih tinggi daripada varian KBKKPS siswa SMA negeri non favorit sebesar 0,09. Dengan demikian, skor KBKPS siswa pada SMA negeri favorit lebih beragam daripada KBKKPS siswa SMA negeri non favorit. Selain itu, dari Tabel 6 juga diketahui bahwa kisaran (terlihat dari rentang skor terendah hingga skor tertinggi) skor mentah KBKKPS siswa kelas X SMA negeri non favorit memiliki selisih yang lebih banyak daripada kisaran pada siswa SMA negeri non favorit di Kota Yogyakarta.

4. Aspek Kefavoritan Sekolah terhadap KBKKPS Siswa Kelas XI SMA Negeri di Kota Yogyakarta dalam Mata Pelajaran Biologi

Hasil analisis data aspek kefavoritan sekolah terhadap KBKKPS siswa kelas XI SMA negeri di Kota Yogyakarta dalam mata pelajaran biologi ditunjukkan dalam Tabel 9.

Tabel 9. KBKKPS Siswa Kelas XI SMA Negeri Favorit dan SMA Negeri Non Favorit di Kota Yogyakarta dalam Mata Pelajaran Biologi

Kefavoritan Sekolah	N	Skor Mentah			Skor Maks	Skor Logit		
		Min	Maks	$\bar{y} \pm s$		Min	Maks	$\bar{y} \pm s$
SMA N favorit	173	23	93	$55,78 \pm 14,13$	150	-0,76	0,08	$-0,35 \pm 0,23$
SMA N non favorit	139	4	97	$60,34 \pm 20,40$	150	-2,29	0,22	$-0,31 \pm 0,37$

Tabel 9 menunjukkan bahwa rata-rata skor logit siswa SMA negeri non favorit

sebesar -0,31 lebih tinggi daripada skor logit siswa SMA negeri favorit sebesar -0,35. Dilihat dari nilai simpangan baku, varian KBKKPS siswa SMA negeri non favorit sebesar 0,14 lebih tinggi daripada varian KBKKPS siswa SMA negeri favorit sebesar 0,05. Dari segi kisaran, kisaran skor mentah KBKKPS siswa SMA negeri non favorit memiliki selisih yang lebih banyak daripada kisaran skor mentah siswa SMA negeri favorit di Kota Yogyakarta.

B. PEMBAHASAN

Berdasarkan hasil analisis data yang disajikan diketahui bahwa secara keseluruhan, tingkat berpikir kreatif KPS siswa kelas X maupun XI SMA negeri favorit dan non favorit terkategori kurang kreatif. Bila dibandingkan antara kedua kategori testi pada siswa kelas X, maka KBKKPS siswa SMA negeri favorit lebih tinggi daripada siswa SMA negeri non favorit di Kota Yogyakarta (Tabel 8). Hal ini disebabkan karena adanya perbedaan potensi siswa. Sesuai dengan pendapat yang disampaikan oleh Lawson (1979: 42) dengan berdasar atas penelitian Torrance dan G. Wallas menyatakan bahwa kelompok siswa yang kemampuan berpikir kreatif tinggi sejalan dengan perkembangan kecerdasannya. Lebih lanjut Bambang Subali (2012: 5) mengungkapkan bahwa orang yang memiliki potensi tinggi akan dapat belajar hal-hal baru dalam waktu yang singkat dan akhirnya dapat meraih prestasi yang tinggi pula. Demikian halnya pada siswa. Siswa dengan potensi yang tinggi akan cepat menguasai materi dan keterampilan-keterampilan lain yang dilatihkan oleh guru, termasuk KBKKPS dalam mata pelajaran Biologi. Potensi tinggi tersebut tercermin dari rata-rata nilai UN SMP siswa. Faktor kurikulum yang digunakan dalam SMA negeri favorit di Kota Yogyakarta yaitu kurikulum 2013 juga berpengaruh terhadap KBKKPS siswa SMA kelas X. Kurikulum 2013 lebih menitikberatkan pada pengembangan kemampuan berpikir kreatif melalui penguasaan ranah keterampilan yang tertuang dalam Kompetensi Inti (KI) dan Kompetensi Dasar (KD). Siswa dituntut agar dapat merencanakan, melaksanakan dan melaporkan hasil investigasi pada setiap pokok bahasan dalam mata pelajaran biologi. Lain halnya pada SMA negeri non favorit yang menggunakan Kurikulum Tingkat Satuan Pendidikan (KTSP). Pada KTSP, masih kurang menekankan penguasaan ranah keterampilan untuk mengembangkan kemampuan berpikir kreatif sehingga SK maupun KD yang termuat tidak terlalu operasional seperti pada tuntutan kurikulum 2013.

Hasil KBKKPS siswa kelas X berbeda dengan KBKKPS siswa kelas XI seperti yang ditunjukkan dalam Tabel 9. Tabel 9 menunjukkan bahwa KBKKPS siswa SMA negeri non favorit lebih tinggi daripada KBKKPS siswa SMA negeri favorit di Kota Yogyakarta. Hal ini menandakan potensi siswa yang tinggi pada siswa SMA negeri favorit tidak selamanya berkorelasi dengan kreativitas sebagai

produk dari berpikir kreatif seperti yang diungkapkan oleh Kim (2005: 53). Hasil penelitian Kim (2005: 53) mengungkapkan bahwa hasil metaanalisis 447 koefisien korelasi dari 21 studi dengan jumlah peserta 45.880 orang menunjukkan koefisien rata-rata kecil, yang menandakan bahwa hubungan antara skor kreativitas dengan skor IQ tergolong rendah. Testi yang berbeda pada kelas X dan XI juga mempengaruhi hasil KBKKPS tersebut sebab meskipun sama-sama berada pada SMA negeri favorit, namun potensi siswa tetaplah berbeda. Selain hal tersebut, faktor internal siswa juga memiliki peran yang penting dalam perkembangan KBKKPS siswa khususnya pada siswa SMA kelas XI. Salah satunya adalah motivasi, mengingat nilai dari tes tidak mempengaruhi nilai raport. Hal ini sesuai dengan pendapat McClellennad (Martini Jamaris, 2013: 175) dan Schunk (2012: 300). McClellennad (Martini Jamaris, 2013: 175) mengungkapkan bahwa individu yang memiliki motivasi seperti motivasi prestasi yang tinggi akan berusaha lebih baik. Senada dengan McClellennad, Schunk (2012: 300) menegaskan bahwa seseorang yang memiliki kemampuan yang rendah namun memiliki motivasi dan usaha yang tinggi maka akan meningkatkan kinerja mereka hingga suatu level tertentu. Inilah yang terjadi pada siswa kelas XI di SMA negeri non favorit. Walaupun potensi siswa kelas XI SMA negeri non favorit lebih rendah daripada siswa SMA negeri favorit, tetapi bila mereka memiliki motivasi yang tinggi untuk mengaktualisasikan dirinya melalui usaha yang maksimal, maka hasil yang mereka peroleh pun akan maksimal.

Motivasi siswa yang rendah pada siswa kelas XI SMA favorit juga berhubungan dengan tingkat kelelahan siswa. Slameto (2010: 59) memaparkan bahwa kelelahan terhadap sesuatu yang ditandai dengan timbulnya kelesuan dan kebosanan akan menyebabkan hilangnya minat dan dorongan untuk menghasilkan sesuatu. Pada siswa kelas XI, rata-rata tes dilaksanakan pada siang hari, sehingga boleh jadi siswa mengalami kelelahan dari kegiatan belajar mengajar sebelum tes dan menyebabkan berkurangnya daya konsentrasi siswa dalam mengerjakan tes KBKKPS.

Faktor internal lain yang turut berpengaruh yaitu faktor orientasi tujuan siswa. Schunk (2012: 286) menggambarkan orientasi tujuan sebagai tujuan pencapaian individual yang turut mempengaruhi motivasi dan kognitif. Orientasi tujuan dibedakan atas dua hal yakni orientasi tujuan penguasaan dan orientasi tujuan kinerja. Pada siswa SMA negeri favorit orientasi tujuan kinerja lebih dominan daripada orientasi tujuan penguasaan. Hal ini berdampak pada tingginya usaha mereka untuk mengejar nilai bukan prestasi ataupun pemahaman terhadap kemampuan berpikir tingkat tinggi seperti berpikir kreatif. Senada dengan pendapat Schunk, F. Dennis (Slameto, 2010: 137) menyatakan bahwa siswa-siswa Sekolah Dasar (SD) sampai Perguruan Tinggi (PT) bersekolah hanya untuk

mengejar status, mereka lebih mementingkan nilai, bukannya kreatif. Terlebih lagi, bagi siswa SMA yang semata-mata hanya mengejar nilai UN atau terfokus pada persiapan ujian seleksi masuk Perguruan Tinggi, maka KBKKPS pun menjadi kurang terlatih.

KBKKPS merupakan capaian hasil belajar. Selain dipengaruhi oleh faktor internal, juga terdapat faktor eksternal yang turut mempengaruhi KBKKPS siswa yaitu lingkungan belajar, pengalaman belajar siswa dan guru. Faktor lingkungan belajar dapat meningkatkan ataupun menghambat kemampuan berpikir kreatif. Oemar Hamalik (2001: 194) menegaskan lebih lanjut bahwa lingkungan sebagai dasar pengajaran adalah faktor kondisional yang mempengaruhi tingkah laku individu dan merupakan faktor belajar yang penting. Lingkungan belajar siswa terkait dengan lingkungan sekolah. Lingkungan belajar yang tercipta pada sekolah yang berbeda akan memberikan pengalaman belajar yang berbeda pula. Pengalaman belajar siswa ditentukan oleh metode guru dalam melatih dan mengembangkan kreativitas KPS dalam mata pelajaran Biologi. Dari hasil wawancara terhadap siswa SMA negeri favorit maupun pada siswa SMA negeri non favorit di Kota Yogyakarta, sebagian guru Biologi telah menerapkan metode observasi dan eksperimen dalam melatih KPS namun sebagian lain masih ada yang hanya menggunakan metode ceramah. Penggunaan metode observasi dan eksperimen akan memberikan pengalaman belajar yang lebih bermakna sebab siswa lebih menghayati ketika melakukan percobaan sendiri.

Dari hasil analisis tingkat kesulitan item dengan rata-rata kemampuan siswa pada ketiga aspek KPS (KPS) diketahui bahwa aspek keterampilan dasar adalah aspek KPS yang mudah dikerjakan oleh hampir semua siswa karena aspek tersebut merupakan aspek KPS yang sering dilatihkan guru dalam pembelajaran biologi. Keterampilan yang sering dilatihkan akan memberikan pengalaman belajar yang lebih bermakna dan tidak akan mudah dilupakan oleh para siswa. Pada aspek KPS keterampilan memroses sebagian siswa merasa kesulitan dalam mengerjakan item soal yang memuat aspek tersebut namun sebagian lainnya merasa mudah. Hal ini dapat disebabkan karena aspek keterampilan memroses boleh jadi tidak diajarkan sebagai cara untuk menemukan konsep namun hanya sebatas sebagai pengetahuan saja. Hasil analisis yang paling mencolok terlihat pada aspek keterampilan menginvestigasi. Seluruh siswa kelas X maupun XI yang menjadi testi dalam penelitian ini sulit dalam mengerjakan item soal yang memuat aspek keterampilan menginvestigasi atau dapat dikatakan bahwa tingkat kesulitan item yang memuat aspek KPS keterampilan menginvestigasi tinggi. Hal ini menegaskan bahwa aspek keterampilan menginvestigasi berada pada tingkatan tertinggi. Kesulitan siswa dalam mengerjakan item yang memuat aspek

keterampilan menginvestigasi dapat disebabkan karena faktor guru yang kurang mengembangkan KPS menginvestigasi padahal menurut Kind & Kind (2007: 9) keterampilan menginvestigasi merupakan aspek KPS yang bermanfaat untuk mengembangkan kemampuan berpikir kreatif. Berdasarkan pemaparan hasil analisis tersebut, maka kefavoritan sekolah tidak mempengaruhi KBKKPS siswa SMA negeri di Kota Yogyakarta dalam mata pelajaran biologi.

KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan pembahasan, maka simpulan penelitian ini adalah: tingkat KBKKPS siswa kelas X dan XI pada SMA negeri favorit dan non favorit terkategori kurang kreatif dengan rata-rata skor aktual berada pada rentang $(37,5) \leq M < (75)$. Bila dibandingkan antara kedua kategori testi pada siswa kelas X, kemampuan berpikir kreatif KPS siswa kelas X SMA negeri favorit lebih tinggi daripada siswa kelas X SMA negeri non favorit di Kota Yogyakarta. Pada siswa kelas XI, kemampuan berpikir kreatif KPS siswa SMA negeri non favorit lebih tinggi daripada siswa SMA negeri favorit di Kota Yogyakarta.

Saran yang dapat diberikan oleh peneliti kepada guru biologi adalah agar guru lebih mengembangkan kemampuan berpikir kreatif siswa SMA dengan berorientasi pada pola divergen dalam pembelajaran dan evaluasi pembelajaran dengan teknik penilaian yang dapat mengukur kemampuan berpikir divergen dan kreatif siswa. Lalu, diharapkan kepada peneliti selanjutnya, agar melakukan penelitian untuk mengetahui faktor-faktor lain yang mempengaruhi kemampuan berpikir kreatif KPS siswa SMA negeri di Kota Yogyakarta.

DAFTAR PUSTAKA

- Bambang Subali. (2009). Pengukuran Keterampilan Proses Sains Pola Divergen dalam Mata Pelajaran Biologi SMA di Provinsi DIY dan Jawa Tengah. *Disertasi*. Yogyakarta: Universitas Negeri Yogyakarta.
- _____. (2013). *Kemampuan Berpikir Pola Divergen dan Berpikir Kreatif Dalam Keterampilan Proses Sains*. Yogyakarta: UNY Press.
- Bryce, T.G.K. et al. (1990). *Techniques for Assessing Process Skills in Practical Science*. Oxford: Heinemann Educational Books.
- Cropley, Arthur J. (2000). Defining and Measuring Creativity: Are Creativity Test Worth Using? [Versi elektronik]. *Roeper Review*, 28. Hlm. 70-78.
- Kind, P., & Kind, V. (2007). Creativity In Science Education: Perspectives and challenges for developing school science. *Studies in Science Education*, 43. Hlm. 1-37.
- Lawson, Anton E. (1979). *The Psychology of Teaching for Thinking and Creativity*. Arizona: Wadsworth Publishing Company.
- Martin, et al. (2012). *TIMSS 2011 International Results in Science*. Boston: Chestnut Hill, MA-IEA, TIMSS & PIRLS International Study Center.
- Martini Jamaris. (2013). *Orientasi Baru dalam Psikologi Pendidikan*. Bogor: Ghalia Indonesia.
- Oemar Hamalik. (2001). *Proses Belajar Mengajar*. Yogyakarta: Bumi Aksara.
- Peraturan Menteri Pendidikan Nasional Republik Indonesia. (2003). *Undang-undang RI Nomor 20, Tahun 2003, tentang Sistem Pendidikan Nasional*.
- Schunk, Dale H, Paul R. Pintrich, Judith L. Meece. (2012). *Motivasi dalam Pendidikan: Teori, Penelitian, dan Aplikasi, Edisi Ketiga*. Penerjemah: Ellys Tjo. Jakarta: PT. Indeks.
- Slameto. (2010). *Belajar dan Faktor-Faktor yang Mempengaruhi*. Jakarta: Rineka Cipta.
- Trianto. (2009). *Mendesain Model Pembelajaran Inovatif-Progresif*. Jakarta: Kenca

PB-03

AKTUALISASI KURIKULUM BERBASIS LINGKUNGAN DALAM PEMBELAJARAN OLEH GURU BIOLOGI SEKOLAH ADIWIYATA DI DIY

Agustina Ambar Pertiwi¹, Tien Aminatun²

*Pendidikan Biologi, Program Pascasarjana, Universitas Negeri Yogyakarta¹
FMIPA Universitas Negeri Yogyakarta²
ambarpertiwi.ap@gmail.com¹, [tien_aminatun@ uny.ac.id](mailto:tien_aminatun@uny.ac.id)²*

Abstract

This research aims to determine how the actualization of environment-based curriculum in learning by biology teachers of class X “Adiwiyata” Senior High School in DIY. The method used in this research is descriptive survey with quantitative-qualitative approach. The research population consists of all biology teachers and all of class X “Adiwiyata” Senior High School in DIY that determined by the census technique. The research sample of students is determined by purposive sampling. Data were collected by observation, teacher-student questionnaires, unstructured interviews, and documentation. The research data were analyzed using descriptive analysis of quantitative-qualitative. The results show that the actualization of environment-based curriculum in learning by biology teacher of class X “Adiwiyata” Senior High School generally has been done well and reached the standard of Regulation of the Minister of Environment No.05 year 2013 about Guidelines Adiwiyata Program, and there are differences of actualization of environment-based curriculum in learning by biology teacher of class X “Adiwiyata” Senior High School in DIY.

Keywords: *environment-based curriculum, biology teacher, biology learning, Adiwiyata school*

PENDAHULUAN

Guru biologi merupakan pendidik profesional yang memiliki tugas utama sebagai pendidik, fasilitator, perancang pembelajaran, pengajar, pembimbing, pengarah, pelatih, penilai, dan evaluator selama proses pembelajaran biologi. Menurut Arnyana (2007:479), guru biologi profesional dituntut untuk kompeten, mampu merancang dan menerapkan pembelajaran sesuai dengan perkembangan

ilmu kependidikan. Selain itu, guru biologi profesional juga dituntut untuk memiliki keterampilan-keterampilan yang menunjang keberhasilan kegiatan pembelajaran termasuk pemanfaatan lingkungan sebagai salah satu sumber belajar.

Pembelajaran biologi merupakan pembelajaran yang menekankan pada pemberian pengalaman secara langsung pada peserta didik dengan cara mengarahkan peserta didik membangun sikap ilmiah (*scientific attitude*) dengan menggunakan seluruh inderanya untuk menunjang keberhasilan kegiatan pembelajaran. Pada pembelajaran biologi, guru biologi berperan penting dalam memfasilitasi peserta didik untuk belajar memahami konsep biologi, menguasai materi pelajaran, menemukan dan mengkonstruksi pengetahuan baru. Selain itu, guru biologi juga berperan dalam menanamkan konsep bagaimana seharusnya memanfaatkan sumber daya alam dan melestarikannya, serta membentuk sikap/karakter peserta didik salah satunya sikap peduli lingkungan.

Penyelenggaraan pembelajaran di sekolah memerlukan acuan/pedoman agar proses pelaksanaan dan hasil yang diperoleh sesuai dengan yang diharapkan. Kurikulum merupakan seperangkat rencana dan pengaturan mengenai tujuan, isi, dan bahan pelajaran serta cara yang digunakan sebagai pedoman penyelenggaraan kegiatan pembelajaran untuk mencapai tujuan pendidikan tertentu (UU RI No.20 tahun 2003 tentang Sistem Pendidikan Nasional). Kurikulum terdiri dari 4 komponen penting yaitu tujuan, isi kurikulum, metode proses belajar mengajar, dan evaluasi (Poerwati & Amri, 2013:35). Fungsi kurikulum dalam pendidikan adalah sebagai acuan/pedoman agar proses penyelenggaraan pendidikan di sekolah tidak menyimpang dari apa yang telah ditetapkan kurikulum.

Kurikulum berbasis lingkungan merupakan salah satu aspek pengembangan sekolah Adiwiyata yang diintegrasikan dalam kurikulum di sekolah dan diaktualisasikan dengan mengintegrasikan lingkungan hidup dalam kegiatan pembelajaran. Permasalahan lingkungan yang terjadi saat ini seperti pemanasan global, polusi, eksploitasi sumber daya alam, perburuan liar, perdagangan *species* flora fauna langka dan kasus lingkungan lainnya menimbulkan dampak buruk

bagi keseimbangan ekosistem. Hal ini sesuai dengan pendapat Keraf (2014:90-131) bahwa manusia sebagai makhluk ekologis dalam kehidupannya selain bergantung pada ekosistem dan seluruh komponennya, manusia juga sebagai penentu keberlanjutan ekosistem.

Menindaklanjuti permasalahan lingkungan yang semakin tidak terkendali, seluruh elemen masyarakat perlu menerapkan prinsip-prinsip ekologi sebagai panduan dasar dalam membangun kembali masyarakat berkelanjutan agar krisis lingkungan hidup dapat diatasi. Permasalahan lingkungan seperti ini tidak seharusnya terjadi jika dalam pembelajaran di sekolah khususnya biologi mengintegrasikan lingkungan hidup dalam kegiatan pembelajarannya. Hal ini didukung oleh pendapat Hidayati, Taruna & Purnaweni (2013:150) yang mengemukakan bahwa melalui pendidikan lingkungan hidup yang mengintegrasikan nilai-nilai yang melekat pada pembangunan berkelanjutan melalui aspek belajar, diharapkan dapat membentuk karakter bertanggung jawab demi keberlanjutan di masa mendatang. Hal ini berarti bahwa melalui pembelajaran dengan mengintegrasikan lingkungan hidup peserta didik diarahkan untuk memahami konsep manusia sebagai bagian dari ekosistem sehingga dapat berperan aktif dalam memanfaatkan lingkungan hidup dan bertanggung jawab dalam melestarikannya.

Sekolah sebagai lembaga pendidikan formal memiliki peran penting dalam pendidikan, yaitu sebagai tempat menyelenggarakan pendidikan bagi peserta didik secara teroganisasi. Selain itu, sekolah juga memiliki kewajiban secara legal dan moral untuk memberikan pendidikan sadar berkonstitusi dalam kehidupan berbangsa dan negara kepada peserta didiknya (Poerwati & Amri, 2013). Adiwiyata merupakan program kerjasama antara Kementerian Lingkungan Hidup dengan Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan yang bertujuan untuk mewujudkan sekolah yang peduli dan berbudaya lingkungan. Program Adiwiyata direalisasikan dengan pembentukan sekolah Adiwiyata yang di dalamnya terdapat 4 aspek pengembangan sekolah Adiwiyata yaitu kebijakan berwawasan lingkungan, pelaksanaan kurikulum berbasis lingkungan, kegiatan lingkungan

berbasis partisipatif, dan pengelolaan sarana pendukung yang ramah lingkungan. Pembentukan sekolah Adiwiyata sebagai sekolah berbudaya lingkungan diharapkan menjadi salah satu titik terang dalam upaya penyelesaian permasalahan lingkungan yang terjadi saat ini. Hal ini didukung oleh pendapat Rakhmawati, Andreas & Ngabekti (2016:1138) yang mengemukakan bahwa aspek-aspek dalam program Adiwiyata berperan dalam pengkondisian lingkungan sekolah untuk membiasakan perilaku peduli lingkungan yang diikuti dengan pembentukan karakter peduli lingkungan pada peserta didik.

Kurikulum berbasis lingkungan sebagai salah satu aspek pengembangan sekolah Adiwiyata memiliki standar pelaksanaan yang dijelaskan dalam Permen Lingkungan Hidup No.05 tahun 2013 tentang Pedoman Pelaksanaan Program Adiwiyata, yaitu tenaga pendidik memiliki kompetensi dalam mengembangkan kegiatan pembelajaran lingkungan hidup dan peserta didik melakukan kegiatan pembelajaran tentang perlindungan dan pengelolaan lingkungan hidup. Penerapan kurikulum berbasis lingkungan di sekolah Adiwiyata sebagai salah satu upaya menyikapi permasalahan lingkungan yang semakin tidak terkendali diharapkan dapat memberikan pengaruh positif dalam diri peserta didik, antara lain memupuk rasa peduli terhadap lingkungan dan turut berperan aktif dalam upaya perlindungan dan pengelolaan lingkungan hidup. Hal ini berarti, aktualisasi kurikulum berbasis lingkungan dalam pembelajaran oleh guru memegang peranan penting dalam pengembangan sikap peduli lingkungan peserta didik.

Berdasarkan pemaparan mengenai pembelajaran biologi, guru biologi, kurikulum berbasis lingkungan, sekolah Adiwiyata, dan sikap peduli lingkungan, maka perlu pengkajian lebih lanjut mengenai bagaimana aktualisasi kurikulum berbasis lingkungan pada pembelajaran oleh guru biologi kelas X SMA Adiwiyata di DIY dan perbedaan aktualisasi kurikulum berbasis lingkungan pada pembelajaran oleh guru biologi antar sekolah Adiwiyata di DIY. Adapun manfaat dari penelitian ini antara lain sebagai referensi dan masukan serta memberikan informasi kepada peneliti lain untuk menindaklanjuti penelitian sejenis di tempat yang berbeda; sebagai bahan informasi bagi guru mengenai aktualisasi kurikulum

berbasis lingkungan dalam pembelajaran biologi; sebagai bahan pertimbangan bagi guru untuk meningkatkan kualitas pembelajaran biologi; sebagai bahan pertimbangan untuk evaluasi bagi guru, warga sekolah, dan pemerintah terkait pelaksanaan program Adiwiyata dalam pembelajaran di sekolah; dan sebagai acuan bagi sekolah yang menuju sekolah Adiwiyata.

METODE PENELITIAN

Jenis penelitian adalah penelitian deskriptif survei. Penelitian deskriptif survei dilakukan untuk mengetahui keadaan yang sebenarnya di lapangan dan fakta mengenai objek yang diteliti digali dengan *self report*. Pada penelitian ini data dihimpun dengan melakukan pengamatan (observasi), angket, wawancara tidak terstruktur, dan dokumentasi.

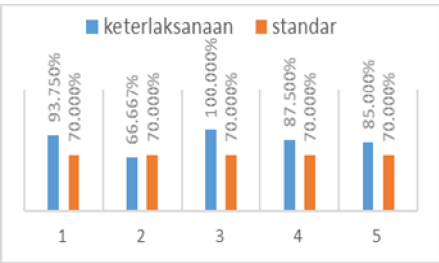
Penelitian dilaksanakan di sekolah Adiwiyata yaitu SMA Negeri di DIY yang terdata oleh Badan Lingkungan Hidup (BLH) DIY sebagai sekolah Adiwiyata pada tahun 2015, yaitu SMA Negeri 1 Yogyakarta (Peringkat III Adiwiyata tingkat provinsi), SMA Negeri 6 Yogyakarta (Peringkat I Adiwiyata tingkat provinsi), SMA Negeri 9 Yogyakarta (Adiwiyata tingkat nasional), SMA Negeri 2 Bantul (Peringkat II Adiwiyata tingkat provinsi), SMA Negeri 2 Banguntapan (Adiwiyata mandiri), dan SMA Negeri 1 Pengasih (Peringkat V Adiwiyata tingkat provinsi).

Populasi penelitian terdiri dari populasi guru dan populasi peserta didik. Populasi guru adalah seluruh guru biologi kelas X SMA Adiwiyata di DIY. Sampel penelitian guru ditentukan dengan teknik sensus dimana seluruh guru biologi kelas X SMA Adiwiyata di DIY menjadi sampel penelitian. Populasi peserta didik adalah seluruh peserta didik kelas X SMA Adiwiyata di DIY. Sampel penelitian peserta didik ditentukan dengan teknik *purposive sampling*.

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

Hasil Penelitian

Data deskripsi pencapaian sub aspek standar pelaksanaan Kurikulum Berbasis Lingkungan oleh Guru Biologi Kelas X SMA Adiwiyata DIY disajikan pada Gambar 1.

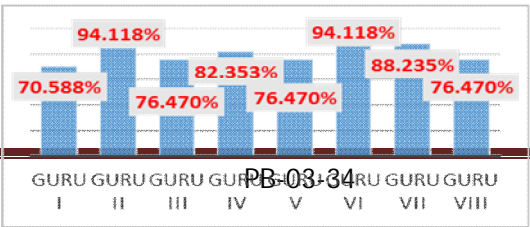


Keterangan:
1=sub aspek 1, 2=sub
aspek 2, 3=sub aspek 4,
4=sub aspek 6, 5=sub
aspek 7

Gambar 1. Diagram pencapaian sub aspek standar pelaksanaan Kurikulum Berbasis Lingkungan oleh Guru Biologi Kelas X SMA Adiwiyata DIY

Berdasarkan Gambar 1., rata-rata aktualisasi kurikulum berbasis lingkungan oleh guru pada pembelajaran biologi kelas X di SMA Adiwiyata telah memenuhi standar pelaksanaan kurikulum berbasis lingkungan menurut Permen Lingkungan Hidup No.05 tahun 2013 tentang Pedoman Pelaksanaan Program Adiwiyata. Rata-rata persentase pelaksanaan sub aspek yang telah memenuhi standar pelaksanaan kurikulum berbasis lingkungan adalah sub aspek 1 (menerapkan pendekatan, strategi, metode, dan teknik pembelajaran yang melibatkan siswa secara aktif dalam pembelajaran) sebesar 93,750%, sub aspek 4 (menyusun rancangan pembelajaran yang lengkap, baik untuk kegiatan di dalam kelas, laboratorium, maupun di luar kelas) sebesar 100%, sub aspek 6 (mengkomunikasikan hasil-hasil inovasi pembelajaran lingkungan hidup) sebesar 87,50% dan sub aspek 7 (mengkaitkan pengetahuan konseptual dan prosedural dalam pemecahan masalah lingkungan hidup serta penerapannya dalam kehidupan sehari-hari) sebesar 85%. Sedangkan yang belum memenuhi standar adalah sub aspek 2 (mengembangkan isu lokal dan/atau isu global sebagai materi pembelajaran lingkungan hidup sesuai dengan jenjang pendidikan) sebesar 66,667%.

Data deskripsi pencapaian standar pelaksanaan Kurikulum Berbasis Lingkungan oleh Guru Biologi Kelas X SMA Adiwiyata DIY disajikan pada Gambar 2.



Gambar 2. Diagram pencapaian standar pelaksanaan Kurikulum Berbasis Lingkungan oleh Guru Biologi Kelas X SMA Adiwiyata DIY

Berdasarkan Gambar 2., secara umum kurikulum berbasis lingkungan telah diaktualisasikan oleh guru pada pembelajaran biologi dengan baik. Persentase aktualisasi kurikulum berbasis lingkungan dengan kategori sangat baik dimiliki oleh Guru II dengan persentase sebesar 94,118%, Guru IV dengan persentase sebesar 82,353%, Guru VI dengan persentase sebesar 94,118%. Sedangkan dengan kategori baik dimiliki oleh Guru I dengan persentase sebesar 70,588%, Guru III dengan persentase sebesar 76,470%, Guru V dengan persentase sebesar 76,470%, dan Guru VIII dengan persentase sebesar 76,470%.

Pembahasan

Berdasarkan hasil penelitian diketahui bahwa kurikulum berbasis lingkungan telah diaktualisasikan dengan baik dan sangat baik oleh guru biologi dalam pembelajaran. Dari 17 item sub aspek pelaksanaan kurikulum berbasis lingkungan terdapat 11 item sub aspek yang tidak seluruhnya terpenuhi oleh guru. Item yang tidak terpenuhi pada sub aspek 1 yaitu guru menggunakan/menginstruksikan siswa menggunakan sumber belajar. Item ini tidak terpenuhi karena pada saat penelitian, guru tidak menggunakan/menginstruksikan siswa menggunakan sumber belajar. Hal ini disebabkan karena metode pembelajaran yang digunakan adalah metode ceramah sehingga siswa cenderung pasif menyimak apa yang disampaikan guru. meskipun demikian, beberapa siswa ada yang berinisiatif menggunakan sumber belajar baik dari buku referensi, LKS, maupun internet.

Item yang tidak terpenuhi pada sub aspek 2 yaitu guru menyajikan berita yang berkaitan dengan materi yang dipelajari/lingkungan hidup, guru menampilkan video/gambar yang berkaitan dengan materi yang dipelajari/lingkungan hidup, guru mengajak siswa berdiskusi mengenai lingkungan hidup/hal yang berkaitan dengan materi yang dipelajari, guru

mengajak siswa mengaitkan lingkungan hidup/ materi yang dipelajari dengan kehidupan sehari-hari, guru mengajak siswa berdiskusi mengenai dampak permasalahan lingkungan hidup/dampak yang berkaitan dengan materi yang dipelajari, dan guru mengajak siswa berdiskusi mengenai peran objek materi yang dipelajari. Item-item ini tidak terpenuhi oleh beberapa guru karena pada saat penelitian, materi yang diajarkan adalah materi yang tidak bertema lingkungan hidup, sehingga guru tidak mengkaitkannya dalam pembelajaran. Hal ini tentu sangat disayangkan karena dari banyak cara yang dapat digunakan guru untuk mengkaitkan lingkungan hidup pada materi ajar biologi, hanya sebagian guru yang menggunakannya meskipun materi yang diajarkan tidak bertema lingkungan hidup. Berdasarkan hal ini, maka perlu diadakannya pelatihan untuk guru mengenai bagaimana aktualisasi kurikulum berbasis lingkungan pada pembelajaran di sekolah, bagaimana cara mengintegrasikannya pada materi ajar dan sebagainya yang dapat diselenggarakan oleh sekolah itu sendiri maupun oleh lembaga yang berwenang agar tujuan sekolah Adiwiyata dapat tercapai dengan baik.

Item yang tidak terpenuhi pada sub aspek 6 yaitu guru menginstruksikan siswa untuk menyampaikan hasil belajar lingkungan hidup/materi yang dipelajari kepada orang lain. Item ini tidak terpenuhi karena pada saat penelitian, materi yang diajarkan banyak yang tidak bertema lingkungan hidup dan pada saat kegiatan pembelajaran guru memberikan tugas kepada siswa untuk dikerjakan di rumah, sehingga item ini tidak dapat diamati dengan maksimal aktualisasinya. Item yang tidak terpenuhi pada sub aspek 7 yaitu guru membimbing siswa melakukan metode ilmiah, guru menginstruksikan pengumpulan tugas yang berkaitan dengan lingkungan hidup/ materi yang dipelajari dalam berbagai bentuk, dan guru memberikan tugas yang berkaitan dengan lingkungan hidup/ materi yang dipelajari dalam bentuk kelompok maupun individu. Item-item ini tidak terpenuhi karena pada saat penelitian materi yang diajarkan bukan materi praktikum, sehingga kegiatan guru dalam membimbing siswa melakukan metode ilmiah tidak dapat diamati dengan maksimal.

Perbedaan persentase aktualisasi kurikulum berbasis lingkungan antar guru biologi kelas X di SMA Adiwiyata DIY dipengaruhi faktor internal dan faktor eksternal. Faktor internal dapat berasal dari diri guru sendiri. Misalnya pemahaman konsep tentang pendidikan lingkungan hidup, pemahaman dalam pengintegrasian aspek kurikulum berbasis lingkungan dalam silabus dan RPP yang diaktualisasikan pada kegiatan pembelajaran, latar belakang pendidikan, lama mengajar dan pelatihan terkait pendidikan lingkungan hidup/program Adiwiyata yang pernah diikuti. Sedangkan faktor eksternal dapat berupa karakteristik materi yang diajarkan, karakteristik siswa, fasilitas sekolah beserta sarana dan prasarana yang mendukung aktualisasi kurikulum berbasis lingkungan dalam pembelajaran.

Ketidakterlaksanaan beberapa sub aspek standar pelaksanaan kurikulum berbasis lingkungan diduga karena dipengaruhi oleh beberapa faktor, yaitu faktor internal yang berasal dari diri guru, fasilitas sekolah, situasi dan kondisi sekolah, serta kerjasama seluruh warga sekolah dalam pelaksanaan kurikulum berbasis lingkungan pada pembelajaran. Faktor internal yang berasal dari diri guru diduga karena belum semua guru memahami dengan baik bagaimana kurikulum berbasis lingkungan itu sendiri, sehingga guru mengalami kesulitan dalam mengintegrasikannya pada pembelajaran biologi. Hal ini sesuai dengan pernyataan Kimaryo (2011:39) bahwa faktor yang mempengaruhi pengintegrasian pendidikan lingkungan hidup ke dalam kurikulum dan pembelajaran di sekolah adalah diri guru sendiri.

Ketidakterlaksanaan beberapa sub aspek pelaksanaan kurikulum berbasis lingkungan pada pembelajaran dalam penelitian ini disayangkan karena menurut hasil penelitian Hidayati, Taruna & Purnaweni (2013:153), pengintegrasian pendidikan lingkungan hidup ke dalam pembelajaran dapat menciptakan suasana pembelajaran menjadi lebih rileks dan siswa menjadi lebih bersemangat ketika pembelajaran dilakukan dengan menggunakan media lingkungan sekitar. Selain itu, pengintegrasian pendidikan lingkungan hidup ke dalam pembelajaran juga dapat meningkatkan kecintaan dan kepedulian siswa terhadap lingkungan.

Keberhasilan pelaksanaan pendidikan lingkungan hidup tidak hanya dilihat dari salah satu aspek pengembangan sekolah Adiwiyata saja, tetapi dari seluruh aspek pengembangan sekolah Adiwiyata, yaitu kebijakan berwawasan lingkungan, pelaksanaan kurikulum berbasis lingkungan, kegiatan lingkungan berbasis partisipatif, dan pengelolaan sarana pendukung yang ramah lingkungan. Selain dilihat dari aspek pengembangannya, keberhasilan pendidikan lingkungan juga dilihat dari prinsip dasar pelaksanaan Adiwiyata yaitu partisipatif dan berkelanjutan. Hal ini sesuai dengan hasil penelitian Maryono (2015:39) bahwa implementasi kebijakan pendidikan lingkungan hidup berdasarkan pada prinsip partisipatif (adanya hubungan yang erat dan kerjasama antar komunitas sekolah yaitu dalam manajemen sekolah meliputi proses perencanaan, implementasi dan evaluasi, peraturan dan kebijakan oleh kepala sekolah, wakil kepala sekolah, guru, siswa, staf administrasi, dan komite sekolah) dan keberlanjutan (seluruh kegiatan sebagai *out put* perencanaan dilakukan secara terus menerus dan komprehensif).

Dengan demikian, dapat disimpulkan bahwa pendidikan lingkungan di sekolah Adiwiyata DIY khususnya dalam pembelajaran biologi di SMA Adiwiyata DIY melalui aktualisasi kurikulum berbasis lingkungan oleh guru pada pembelajaran biologi telah terintegrasi dengan baik pada kegiatan pembelajaran dengan cara yang berbeda-beda. Hal ini sesuai dengan hasil penelitian Bartosh (2003:117) yang menunjukkan bahwa “...one factor in the success of environmental education schools is the use of environmental education in their curriculum” dan didukung oleh pendapat Maryono (2015:33) yang menyatakan bahwa kesadaran/kepedulian terhadap lingkungan penting untuk dimiliki sejak dini oleh siswa. Hal ini bertujuan agar siswa dapat memahami dan mengimplementasikan pendidikan karakter untuk mengembangkan sikap peduli lingkungan di sekolah, rumah, dan masyarakat.

Berdasarkan hasil wawancara tidak terstruktur ditemukan beberapa kendala yang dialami guru dalam mengaktualisasi kurikulum berbasis lingkungan pada pembelajaran biologi. Dalam pelaksanaannya, sebagian guru merasa kesulitan untuk mengintegrasikan lingkungan hidup pada seluruh topik materi pelajaran

hususnya biologi, sehingga kurikulum berbasis lingkungan hanya diterapkan pada topik materi tertentu saja khususnya yang berkaitan dengan lingkungan hidup, misalnya topik ekosistem dan pencemaran lingkungan. Selain itu, alokasi waktu pembelajaran juga menjadi kendala guru untuk mengaktualisasikan kurikulum berbasis lingkungan dalam pembelajaran. Hal ini tentu sangat disayangkan karena pada penjabaran standar pelaksanaan kurikulum berbasis lingkungan dalam pembelajaran menurut Permen Lingkungan Hidup No.05 tahun 2013 tentang Pedoman Pelaksanaan Program Adiwiyata guru diberikan kebebasan untuk mengaktualisasikan kurikulum ini melalui aktualisasi butir standar pelaksanaan kurikulum berbasis lingkungan lainnya. Permasalahan ini dapat terjadi karena menurut Mulyasa (2013:178), aktualisasi kurikulum di sekolah salah satunya dipengaruhi karakteristik pengguna kurikulum itu sendiri, meliputi pengetahuan, keterampilan, nilai dan sikap guru terhadap kurikulum, serta kemampuannya untuk merealisasikan kurikulum dalam pembelajaran. Dalam mengintegrasikan suatu pendekatan pembelajaran, guru memiliki latar belakang disipliner dengan motivasi yang berbeda, konsep pendidikan lingkungan yang berbeda, prioritas yang berbeda, dan guru tidak tahu apa yang harus disisipkan. Hal ini dapat terjadi karena guru tidak disertakan dalam penyisipan hal-hal yang tidak disebutkan dengan tegas dalam silabus pembelajaran, sehingga menjadi salah satu penyebab kurangnya pengetahuan dan keahlian/kemampuan dalam pendidikan lingkungan hidup.

Dari hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa level (peringkat) Adiwiyata tidak sepenuhnya mempengaruhi aktualisasi kurikulum berbasis lingkungan oleh guru biologi dalam pembelajaran. Hal ini karena keberhasilan program Adiwiyata tidak dilihat hanya dari salah satu aspek pengembangannya saja, tetapi dilihat dari seluruh aspek pengembangan sekolah Adiwiyata. Oleh karena itu, diperlukan kerjasama yang baik antara kepala sekolah, dewan guru, staf tata usaha, siswa, seluruh warga sekolah, komite sekolah, dan masyarakat sekitar untuk mewujudkan tujuan Program Adiwiyata.

KESIMPULAN DAN SARAN

Pertama, aktualisasi kurikulum berbasis lingkungan pada pembelajaran oleh guru biologi secara umum telah memenuhi standar pelaksanaan kurikulum berbasis lingkungan menurut Permen Lingkungan Hidup No.05 tahun 2013 tentang Pedoman Pelaksanaan Program Adiwiyata. Ketidakterlaksanaan item pada beberapa sub aspek dipengaruhi oleh berbagai faktor, yaitu faktor internal dan faktor eksternal. *Kedua*, terdapat perbedaan aktualisasi kurikulum berbasis lingkungan pada pembelajaran oleh guru biologi SMA Adiwiyata di DIY. Oleh karena itu, perlu dilakukan penelitian sejenis tentang penerapan kebijakan-kebijakan dalam dunia pendidikan untuk memperkaya hasil penelitian dan dapat digunakan sebagai bahan evaluasi bagi pihak terkait mengenai penerapan kebijakan tersebut.

DAFTAR PUSTAKA

- Arnyana, I.B.P. (2007). Perkembangan Profesionalisme Guru Biologi di Era Global. *Jurnal Pendidikan dan Pengajaran UNDIKSHA, Edisi Khusus Tahun XXXX*.
- Bartosh, O. (2003). *Environmental Education: Improving Student Achievement*. Thesis. Diambil pada tanggal 20 April 2016, dari <http://www.seer.org/pages/research/Bartosh2003.pdf>
- Hidayati, N., Taruna, T. & Purnaweni, H. (2013). Perilaku warga sekolah dalam program Adiwiyata di SMK Negeri 2 Semarang. *Prosiding Seminar Nasional Pengelolaan Sumberdaya Alam dan Lingkungan*.
- Keraf, A.S. (2014). *Filsafat Lingkungan Hidup: Alam sebagai Sebuah Sistem Kehidupan Bersama Fritjof Capra*. Yogyakarta: P.T. Kanisius.

Kimaryo, L.A. (2011). *Integrating Environmental Education in Primary School Education in Tanzania Teachers' Perceptions and Teaching Practices*. Abo Akademi University Press (digital). Diambil pada tanggal 20 April 2016, dari <http://www.doria.fi/bitstream/handle/10024/67481/kimaryolydia.pdf>

Maryono. (2015). The implementation of the environmental education at "Adiwiyata" schools in Pacitan Regency (An analysis of the implementation of Grindle Model Policy). *Journal of Education and Practice Vol.6, No.17*.

Menteri Lingkungan Hidup (2013). *Peraturan Menteri Lingkungan Hidup Nomor 05 tahun 2013 tentang Pedoman Program Adiwiyata*.

Mulyasa, E. (2013). *Implementasi Kurikulum Tingkat Satuan Pendidikan Kemandirian Guru dan Kepala Sekolah*. Jakarta: P.T. Bumi Aksara.

Poerwati, L.A. & Amri, S. (2013). *Panduan Memahami Kurikulum 2013 Sebuah Inovasi Struktur Kurikulum Penunjang Masa Depan*. Jakarta: P.T. Prestasi Pustakaraya.

Rakhmawati, D., Andreas P.B.S. & Ngabekti, S. (2016). Peran program Adiwiyata dalam pengembangan karakter peduli lingkungan siswa: Studi kasus di SMK Negeri 2 Semarang. *Unnes Science Education Journal*.

Republik Indonesia. (2009). *Undang-Undang RI Nomor 32 Tahun 2009, tentang Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup*.

MODEL SEKOLAH ADIWIYATA BERBASIS KEARIFAN LOKAL

HAMEMAYU HAYUNING BAWANA

Wagiran, Bambang Ruwanto, Budiwati

Abstrak

Sekolah Adiwiyata diharapkan menjadi tempat pembelajaran dan penyadaran warga sekolah sehingga di kemudian hari warga sekolah tersebut dapat bertanggungjawab dalam upaya penyelamatan lingkungan hidup dan pembangunan berkelanjutan. Indikator penilaian program adiwiyata meliputi aspek pengembangan kebijakan sekolah peduli dan berbudaya lingkungan, pengembangan kurikulum berbasis lingkungan, pengembangan kegiatan berbasis partisipatif, dan pengembangan dan pengelolaan sarana pendukung sekolah. Integrasi kearifan lokal Hamemayu Hayuning Bawana sebagai filosofi khas Yogyakarta merupakan upaya strategis untuk mewujudkan Sekolah Adiwiyata berbasis kearifan lokal. Melalui upaya tersebut diharapkan mampu menumbuhkan karakter cinta lingkungan dalam lingkup sekolah.

Kata kunci: Sekolah Adiwiyata, kearifan lokal, Hamemayu Hayuning Bawana.

Pendahuluan

Penyelenggaraan program sekolah peduli dan berbudaya lingkungan (Adiwiyata) merupakan amanah Undang-undang Nomor 32 Tahun 2009 tentang Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup, serta tindak lanjut Peraturan Menteri Negara Lingkungan Hidup Nomor 02 Tahun 2009 tentang Pedoman Pelaksanaan Program Adiwiyata. Hal ini juga diperkuat dengan Kesepakatan Bersama antara Menteri Negara Lingkungan Hidup dengan Menteri Pendidikan Nasional tentang Pendidikan Lingkungan Hidup, tanggal 1 Februari 2010. Program ini bertujuan untuk menciptakan kondisi yang baik bagi sekolah untuk menjadi tempat pembelajaran dan penyadaran warga sekolah, sehingga di kemudian hari warga sekolah tersebut dapat bertanggungjawab dalam upaya penyelamatan lingkungan hidup dan pembangunan berkelanjutan. Indikator penilaian program adiwiyata meliputi aspek pengembangan kebijakan sekolah peduli dan berbudaya lingkungan, pengembangan kurikulum berbasis lingkungan, pengembangan kegiatan berbasis partisipatif, dan pengembangan dan pengelolaan sarana pendukung sekolah.

Dalam konteks pendidikan, Undang-undang No. 2 Tahun 2003 tentang Sistem Pendidikan Nasional menyatakan bahwa pendidikan nasional bertujuan untuk mencerdaskan kehidupan bangsa dan mengembangkan manusia Indonesia seutuhnya, yaitu manusia yang beriman dan bertaqwa terhadap Tuhan Yang Maha Esa dan berbudi pekerti luhur, memiliki pengetahuan dan ketrampilan, kesehatan jasmani dan rohani, kepribadian yang mantap dan mandiri. Jadi, sumber daya manusia yang ingin dihasilkan oleh pendidikan di Indonesia adalah sumberdaya manusia yang sehat baik jasmani/fisik, rohani/mental, maupun sosial. Dalam rangka mewujudkan amanah pendidikan di Indonesia tersebut, sekolah berpredikat Adiwiyata menjadi bagian yang sangat penting. Dengan melaksanakan program Adiwiyata akan menciptakan warga sekolah, khususnya peserta didik yang peduli dan berbudaya lingkungan, sekaligus mendukung dan mewujudkan sumberdaya manusia yang berkarakter untuk menghadapi perkembangan ekonomi, sosial, dan lingkungannya dalam mencapai pembangunan berkelanjutan.

Pada saat ini, kita sering mendengar adanya sekolah sehat, sekolah hijau dan sekolah adiwiyata dan apabila dicermati dari sisi konsep dan implementasi, sekolah sehat, sekolah hijau, dan sekolah berwawasan adiwiyata tersebut bukan tiga hal yang terpisah, bahkan merupakan satu kesatuan yang saling terkait. Namun demikian, dalam operasional di lapangan masih tampak bahwa penyiapan pelaksanaan maupun evaluasi ketiga hal tersebut masih dilakukan secara parsial. Penyiapan sekolah sehat tidak didesain secara integral berdampak terhadap perwujudan sekolah adiwiyata, penyiapan UKS tidak didesain untuk berdampak langsung terhadap perwujudan sekolah sehat, dan seterusnya. Dalam mempersiapkan sekolah adiwiyata juga belum mengintegrasikan “nilai-nilai kearifan lokal”. Dalam pengembangan sekolah adiwiyata misalnya, sekolah terpaku indikator yang disusun secara nasional, sehingga nilai-nilai khas masyarakat setempat yang akan membantu mewujudkan sekolah adiwiyata tersebut tidak terpikirkan secara optimal. Sebagai contoh pengembangan sekolah adiwiyata di Daerah Istimewa Yogyakarta (DIY) belum mengintegrasikan konsep *Hamemayu Hayuning Bawana* sebagai nilai khas masyarakat Yogyakarta.

Terkait dengan pendidikan karakter, Kementerian Pendidikan Nasional memberikan prioritas pada 20 nilai-nilai karakter yang ingin diterapkan dalam lembaga

pendidikan. Nilai-nilai bagi pembentukan karakter dibagi berdasarkan lima bidang pengelompokan (Kemendiknas, 2011:16-19). Pada kelompok 4 terdapat nilai karakter dalam hubungannya dengan lingkungan hidup, yaitu cinta lingkungan. Dengan nilai karakter ini diharapkan sikap dan tindakan siswa selalu berusaha untuk mencegah kerusakan lingkungan alam sekitarnya. Di samping itu, sekolah harus berusaha memperbaiki kerusakan alam yang sudah terjadi. Jika karakter ini dikembangkan sudah tentu akan mengurangi dampak pemanasan global yang semakin parah.

Integrasi nilai-nilai kearifan lokal diyakini merupakan upaya efektif dalam penyiapan sekolah adiwiyata yang menunjukkan ciri dan karakter khas Daerah. Di DIY hal ini selaras dengan semangat untuk memperkuat tata nilai budaya khas Yogyakarta. Dengan mempertimbangkan karakter khas masyarakat tersebut diharapkan upaya perwujudan sekolah adiwiyata lebih cepat terwujud dan mendapat dukungan maksimal dari berbagai pihak. Penelitian ini bertujuan untuk merumuskan pola penyiapan sekolah adiwiyata yang secara integratif memasukkan nilai-nilai kearifan lokal di dalamnya. Nilai-nilai kearifan lokal tersebut diharapkan menjadi pemicu, pemacu dan warna bagi sekolah dalam mewujudkan sekolah adiwiyata berbasis nilai-nilai kearifan lokal untuk membangun karakter cinta lingkungan dalam upaya mengurangi pemanasan global.

Untuk mewujudkan sekolah adiwiyata berbasis nilai-nilai kearifan lokal *Hamemayu Hayuning Bawanabeberapa* hal perlu dikaji antara lain:

1. Rumusan model atau pola pendidikan sekolah adiwiyata berwawasan kearifan lokal berkaitan dengan nilai-nilai pendidikan, kesehatan dan lingkungan yang cocok atau lebih tepat sesuai budaya dan karakteristik masyarakat di DIY.
2. Rumusan kisi-kisi rancang bangun kurikulum dan kerangka proses pembelajaran yang lebih tepat dan efektif berkenaan dengan pendidikan kearifan lokal, nilai-nilai sosial budaya dan praktek/pembinaan kesehatan jasmani dan rohani, aspek nilai penataan lingkungan fisik dan sosial kemasyarakatan pada komunitas sekolah.
3. Rumusan pola manajemen pengelolaan sumberdaya pendukung dan pola sosialisasi dalam proses penyelenggaraan pendidikan nilai-nilai kearifan lokal yang signifikan dengan sekolah adiwiyata.

4. Rumusan konsep tata ruang/bangunan dan kebutuhan sarana prasarana serta fasilitas sekolah yang memenuhi standar kualitas pendidikan, baik dari aspek nilai arsitektur dan teknis konstruksi bangunan, untuk menuju sekolah adiwiyata
5. Tingkat partisipasi dan dukungan dari stakeholders terkait misalnya komite sekolah, orang tua/wali murid, warga masyarakat di sekitar sekolah dan pihak swasta terhadap pengembangan sekolah adiwiyata.

Kearifan Lokal

Kearifan lokal dalam bahasa asing sering dikonsepsikan sebagai kebijakan setempat (*local wisdom*), pengetahuan setempat (*local knowledge*) atau kecerdasan setempat (*local genius*). Pandangan ini tidak terlalu salah, sebab setiap ruang memang memiliki kearifan yang berbeda satu sama lain. Kegeniusan seseorang akan mengakibatkan daya nalar yang jernih, penuh pertimbangan, dan kematangan budi. Inilah embrio kearifan lokal yang mewarnai hidup manusia.

Kearifan lokal dapat dimaknai sebuah pemikiran tentang hidup. Pemikiran termaksud dilandasi nalar jernih, budi yang baik, dan memuat hal-hal positif. Kearifan lokal dapat diterjemahkan sebagai karya akal budi, perasaan mendalam, tabiat, bentuk perangai, dan anjuran untuk kemuliaan manusia. Penguasaan atas kearifan lokal, akan mengusung jiwa mereka semakin berbudi luhur.

Kearifan lokal dalam konteks bahasa lokal (Jawa) tentu memiliki kekhasan. Orang Jawa yang menyimpan kearifan lokal tidak sekedar pikiran yang berperan, tetapi juga rasa. Orang Jawa tidak sekedar memiliki pengalaman biasa, melainkan sebuah laku, hingga muncul kearifan lokal. Di Jawa, kearifan lokal cenderung menjadi sentral perjuangan lahir batin untuk memperoleh keselamatan hidup. Kearifan, yang diturunkan dari bahasa Arab: arif, sepadan dengan ungkapan Jawa *wicaksana*. Kearifan lokal Jawa khususnya Yogyakarta merupakan sebuah benteng pertahanan budaya yang mencerminkan watak dan perilaku *wicaksana*.

Wicaksana atau arif, adalah endapan pengalaman yang dijadikan panduan bersikap dan bertindak atas dasar nalar yang jernih. Orang yang arif, jelas berbeda dengan orang yang sekedar grusa-grusu, mengumbar hawa nafsu. Jadi kearifan dapat

diartikan sebagai bingkai tindakan yang memuat pengendalian diri, untuk menciptakan suasana *hamemayu hayuning bawana*. Artinya, suatu pedoman bertindak untuk menuntun umat lebih damai, sejahtera, dan harmoni dalam hidupnya.

Sungguh tidak mudah memberikan batasan kearifan lokal yang begitu tajam dan lengkap. Naritoom (Wagiran, Dkk, 2009) merumuskan lokal wisdom dengan definisi sebagai berikut:

" Local wisdom is the knowledge that discovered or acquired by lokal people through the accumulation of experiences in trials and integrated with the understanding of surrounding nature and culture. Local wisdom is dynamic by function of created local wisdom and connected to the global situation."

Definisi kearifan lokal demikian, paling tidak menyiratkan beberapa konsep, yaitu: (1) kearifan lokal adalah sebuah pengalaman panjang, yang diendapkan, sebagai petunjuk perilaku seseorang, (2) kearifan lokal tidak lepas dari lingkungan pemiliknya, (3) kearifan lokal itu bersifat dinamis, lentur, terbuka, dan senantiasa menyesuaikan dengan jamannya. Konsep demikian juga sekaligus memberikan gambaran bahwa kearifan lokal selalu terkait dengan kehidupan manusia dan lingkungannya. Kearifan lokal muncul sebagai penjaga atau filter (*tameng*) iklim global yang melanda kehidupan manusia.

Kearifan adalah proses dan produk budaya manusia, dimanfaatkan untuk mempertahankan hidup. Orang Jawa memiliki aneka tradisi lokal yang mungkin akan tergolong kearifan lokal. Pengertian demikian, mirip pula dengan gagasan Geertz (1973):

"Local wisdom is part of culture. local wisdom is traditional culture element that deeply rooted in human life and community that related with human resources, source of culture, economic, security and laws. lokal wisdom can be viewed as a tradition that related with farming activities, livestock, build house etc"

Geertz memang brilian dalam memandang kearifan lokal Jawa. Dalam buku

tebal berjudul *Pengetahuan Lokal*, tidak lain juga mencerminkan kearifan lokal Jawa. Apalagi dalam buku *Abangan, Santri, dan Priyayi*, jelas mewujudkan kearifan lokal sebagai ranah budaya. Dengan demikian kearifan lokal memang dapat muncul di seluruh elemen kehidupan.

Kearifan lokal adalah bagian dari budaya. Kearifan lokal Jawa tentu bagian dari budaya Jawa, yang memiliki pandangan hidup tertentu. Berbagai hal tentang hidup manusia, akan memancarkan ratusan dan bahkan ribuan kearifan lokal. Lebih lanjut dikemukakan beberapa karakteristik dari lokal wisdom antara lain:

(1) Local wisdom appears to be simple, but often is elaborate, comprehensive, diverse, (2) It is adapted to local, cultural, and environmental conditions, (3) It is dynamic and flexible, (4) It is tuned to needs of local people, (5) It corresponds with quality and quantity of available resources, dan (6) It copes well with changes.

Berdasarkan pengertian di atas, dapat dipertegas bahwa kearifan lokal merupakan sebuah budaya kontekstual. Kearifan selalu bersumber dari hidup manusia. Ketika hidup itu berubah, kearifan lokal pun akan berubah pula.

Hamemayu Hayuning Bawanadan Sekolah Adiwiyata

Memaknai konsep *hamemayu hayuning bawana* tidak dapat dilepaskan dari konsep tentang hakekat hidup manusia. Dalam pandangan hidup Jawa, hidup manusia di dunia ini lebih dilihat sebagai persinggahan yang tidak begitu penting, penghentian untuk minum, dalam perjalanan manusia ke arah persatuan kembali dengan asal-usulnya atau dalam ungkapan Jawa berarti: *urip iku mung mampir ngombe* (hidup itu hanya sekedar mampir minum) dan untuk *mulih mula mulanira* (kembali ke asal mula kehidupan). Dua hal tersebut dipertegas dan disempurnakan dengan konsep *sangkan paraning dumadi* atau mengerti tentang asal hidup, melakukan hidup dan tujuan kepulangan setelah hidup (Dinas Kebudayaan DIY, 2007). *Sangkan paraning dumadi* terkait dengan konsep ketuhana orang Jawa yang membagi dunia menjadi *mikrokosmos* (manusia) dan *makrokosmos* (alam dan Tuhan). Manusia sebagai unsur mikrokosmos

harus mencapai keselarasan terhadap unsur makro kosmos untuk mencapai kesempurnaan sehingga bisa bersatu dengan penciptanya baik dalam hidup di dunia maupun kehidupan setelahnya. Ungkapan yang mencerminkan kondisi ini adalah: *amoring kawula gusti atau manunggaling kawula gusti* (kesatuan antara hamba dengan Tuhan).

Hakekat hidup manusia Jawa adalah adanya keharusan untuk menegakkan kuasa keteraturan agar tercapai tujuan kosmos yaitu harmoni, keadilan dan keteraturan yang tercakup dalam konsep *Tri Hita Karana* (3 hubungan harmonis yang menyebabkan kebahagiaan yaitu keserasian hubungan manusia dengan Tuhan, sesama, dan alam). Dalam hal ini usaha menegakkan kuasa keteraturan untuk mencapai tujuan kosmos atau *hamemayu hayuning bawana* (membangun kesejahteraan dunia/menghiasi dunia) dan *hamemasuh malaning bumi* (membasuh kotoran bumi) merupakan usaha manusia Jawa untuk anggayuh kasampurnaning urip atau mencari kesempurnaan hidup dan mencapai *mati mati patitis* (mati sempurna).

Hakekat hubungan manusia dengan alam, menempatkan manusia untuk menjaga keselarasan dengan alam dan Tuhan. Kalau manusia tidak menjaga keselarasan tersebut maka dalam hidup di dunia, manusia akan menuai bencana (Dinas Kebudayaan DUY, 2004). Apa yang terjadi sebagai pertanda alam (bencana alam) dianggap sebagai perbuatan manusia. Kekuatan gaib yang menguasai alam menunjukkan murkanya dengan mengirimkan bencana alam kepada manusia karena manusia berbuat salah kepada penguasa alam. Dengan demikian, kondisi alam merupakan parameter bagi kondisi hubungan antara manusia dengan kekuatan-kekuatan gaib termasuk Tuhan sebagai penguasa tertinggi atas alam. Kondisi alam yang buruk seperti terjadinya banyak bencana mengharuskan manusia untuk melakukan perbaikan hubungan dengan penguasa alam dengan cara memperbaiki kesalahan. Sedangkan kondisi alam yang baik tetap berarti bahwa manusia harus menjaga hubungan dengan penguasa alam tersebut. Alam menyimpan pertanda atau isyarat-isyarat suatu peristiwa, oleh karenanya orang Jawa sangat memperhatikan tanda-tanda alam dalam menjalani hidupnya.

Filsafat dasar pemerintahan raja Mataram ialah *hamemayu hayuning bawana*. Secara harfiah filsafat ini memiliki arti “membuat dunia menjadi indah”. Dapat pula diartikan membangun dengan ramah lingkungan. Pembangunan tersebut sangat

memperhatikan pencagaran (*conservation*) alam dan aset budaya. Kini lingkungan hidup sedang terlanda kerusakan yang makin parah yang mengancam kelangsungan hidup suatu bangsa. Kelangsungan hidup negara pun terancam. Bahkan jika tidak terkendali kerusakan hidup itu mengancam kelangsungan hidup mahluk di umi, termasuk manusia. Karena itu pembangunan ramah lingkungan hidup juga bertujuan untuk menyelamatkan lingkungan hidup dari kerusakan yang sedang melanda.

Hamemayu dapat diartikan sebagai memayungi yang berarti melindungi dari segala hal yang dapat mengganggu keamanan atau dari ketidaknyamanan akibat sesuatu. Sedangkan yang dipayungi adalah “*hayuning bawono*”, *rahayuning jagad* atau keselamatan dan kelestarian dunia seisinya. Dalam hal ini tergambar pemahaman bahwa ada yang mengancam keselamatan atau kelestarian dunia di satu pihak dan adanya komitmen untuk penyelamatan dan perlindungan di lain pihak. Dengan demikian jelas bahwa budaya jawa khususnya Yogyakarta telah menyediakan perangkat konsepsi bagaimana dunia ini harus digarap, dibersihkan dari segala penyakitnya, dimunculkan pemikiran-pemikiran dalam hasrat yang berbudaya/beradab agar dunia atau jagad seisinya dapat selamat dan lestari. Konsepsi ini tidak hanya berlaku untuk lingkup Jawa termasuk Yogyakarta saja, namun juga untuk kepentingan nasional dalam kontribusinya guna menjawab atau menyelesaikan permasalahan-permasalahan internasional atau global.

Bawono dapat dimaknai sebagai jagat, sehingga filsafat tersebut mengandung pula pengertian global. Dengan perkataan lain, pembangunan di DIY berusaha pula untuk memberi sumbangan pada penyelamatan lingkungan hidup nasional dan global yang berarti pula menyumbang kepada usaha menyelamatkan kemanusiaan di seluruh bumi ini. Berdasarkan filosofi tersebut tampak bahwa mulai masa Sri Sultan Hamengku Buwono I telah disusun suatu konsep pembangunan dengan visi lokal tetapi mempunyai wawasan global. Hal inilah yang kemudian dijadikan sebagai dasar filosofi pembangunan Provinsi Daerah istimewa Yogyakarta untuk memelihara kelestarian bumi sebagai suatu ekosistem. Lebih lanjut, untuk mencapai cita-cita negara yang kuat, diperlukan semangat persatuan kesatuan antar peminan dengan rakyatnya, antara rakyat itu sendiri, serta persatuan dan kesatuan dalam hubungan antara manusia dengan

pencipta yaitu Allah SWT., yang disimbolkan dengan tugu *golong gilig*.

Bawono yang harus dilindungi atau dipayungi *kerahayonnya* tersebut dapat diinterpretasikan dalam lingkup dunia seisinya atau bahkan jagad raya (Mardjono, 2004). Dari ajaran tersebut tersirat adanya komitmen yang sangat kuat untuk menjaga, memelihara, atau menyelamatkan dunia beserta lingkungannya dan di alin pihak tergambar diperlukannya kekuatan yang besar. Hal ini selaras dengan inti ajaran dalam *Sastra Gending* dikemukakan bahwa untuk mengamankan atau menyelamatkan dunia atau membuat dunia rahayu dan lestari yaitu melalui konsep “*hamemayu hayuning bawana*” dengan pembersihan terhadap penyakit dunia atau “*hamemasuh memalaning bumi*” serta terus mengasah ketajaman budi atau “*hangengasah mingising budi*”. Gambaran tentang “*memalaning bumi*” dapat berupa peperangan, penghapusan etnis, penyalahgunaan obat-obatan, penggunaan senjata pemusnah massal, terorisme, wabah penyakit, maupun kerusakan ekosistem alam.

Filosofi atau seloka “*hangengasah mingising budi*” merupakan upaya untuk mengasah atau mempertajam budi yang sebenarnya sudah tajam/mingis. Oleh karenanya hal ini menunjukkan upaya yang tidak henti untuk mempertajam budi manusia sehingga semakin tajam dari waktu ke waktu. Budi manusia itu sendiri cenderung akan menghasilkan hal-hal yang bersifat baik bahkan luhur dalam wujud hasrat sampai perbuatan atau karya-karyanya. Hal ini memberi gambaran jelas bahwa dari diri manusia diharapkan terus lahir pemikiran-pemikiran atau hasrat baik atau luhur secara terus menerus guna disumbangkan bagi kepentingan manusia atau bebrayan agung termasuk untuk melindungi dan melestarikan dunia atau lingkungan seisinya. Dengan demikian jelas bahwa budaya jawa khususnya yogyakarta telah menyediakan konsep-konsep yang sangat humanis dimana pemikiran dan hasrat-hasrat yang baik dan luhur perlu ditampilkan serta disumbangkan bagi kepentingan umat manusia serta alam seisinya. Dari budi yang baik inilah akhirnya muncul rasa dan sikap peradaban manusia untuk menjaga dan mengembangkan eksistensinya sehingga dapat lestari bersama alam dan lingkungannya dalam wujud budaya yang tinggi.

Dalam konteks global, filosofi tersebut selaras dengan gerakan pembangunan berkelanjutan yang digagas oleh Komisi Dunia Lingkungan Hidup dan Pembangunan (*World Commission on Environment and Development*). Pembangunan berkelanjutan

ialah pembangunan yang berusaha untuk memenuhi kebutuhan kita sekarang tanpa mengurangi kemampuan generasi yang akan datang untuk memenuhi kebutuhan mereka. Konferensi Sedunia Pembangunan Berkelanjutan (*World Summit on Sustainable Development*) di Johannesburg tahun 2002, menyatakan bahwa pembangunan berkelanjutan mengintegrasikan ekonomi, lingkungan hidup dan sosial. Gerakan tersebut selaras dengan filosofi *Golong Gilig* yang pada hakekatnya adalah melaksanakan pembangunan berkelanjutan. Dalam konteks tersebut filosofi pembangunan berkelanjutan memiliki kriteria: ramah lingkungan hidup, adil dengan memperhatikan kaum miskin, adil gender, menciptakan lapangan pekerjaan, dan pendidikan untuk meningkatkan kualitas sumberdaya manusia.

Sri Sultan Hamengkubuwono X (dalam Ansory, 2008) mengemukakan bahwa dalam filosofi *Hamemayu Hayuning Bawana* terkandung di dalamnya kewajiban *Tri Satya Brata* yang meliputi:

1. *Rahayuning Buwana Kapurba dening Kawaskithaning Manungsa* (kesejahteraan dunia tergantung dari manusia yang memiliki ketajaman rasa). Hal ini menunjuk pada harmoni hubungan antara manusia dengan alam, baik dalam lingkup dunia maupun sebagai kewajiban “*Hamangku Bumi*”, maupun lingkup yang lebih luas dalam seluruh alam semesta sebagai kewajiban “*Hamengku Buwana*”.
2. *Dharmaning Satriyo Mahanani Rahayuning Negara* (tugas hidup manusia adalah menjaga keselamatan negara). Hal ini merupakan kewajiban manusia selama hidup di dunia, dimana kehidupan merupakan dinamika manusia yaitu “*Hamangku Nagara*”.
3. *Rahayuning Manungsa Dumadi saka Kamanungsane* (keselamatan manusia oleh kemanusiaannya sendiri).

Berdasarkan *Tri Satya Brata* tersebut tampak bahwa filosofi *Hamemayu Hayuning Bawana* mengandung misi akbar bagi manusia di dunia dalam tiga substansi yaitu: *Hamangku Nagara*, *Hamangku Bumi*, dan *Hamangku Buwana*. Kewajiban manusia untuk “*hamangku Nagara*”, karena Tuhan menciptakan manusia yang berbeda-beda, bergolong-golong dan bersuku-suku, sehingga diperlukan adanya negara dan pemerintahan yang mengaturnya, agar tidak terjadi seling-surup dan saling-silang antar

sesama manusia.

Manusia wajib "*Hamangku Bumi*" karena bumi sebagai lingkungan alam telah memberikan sumber penghidupan bagi manusia untuk bisa melanjutkan keturunan dari generasi ke generasi, sehingga manusia wajib pula menjaga, merawat, dan mengembangkan kelestariannya. "*Hamengku Buwana*" merupakan kewajiban manusia yang lebih luas dalam mengakui, menjaga dan memelihara seluruh isi alam semesta, agar tetap memberikan sumber daya bagi kehidupan manusia, seperti adanya bulan, matahari, dan planet-planet lain.

Hubungan manusia dengan Tuhan yang bersifat teologis (*hablu minallah*) tercermin dalam filosofi "*manunggaling kawula-gusti*", atau ungkapan: "*curiga manjing warangka*". Hubungan manusia dengan alam yang bersifat antropologis (*hablu minal-'alamin*) tercermin dalam ajaran Sultan Agung: "*Mangasah mingising budi, memasah malaning bumi*". Hubungan harmonis dengan alam itu akan bermuara pada pembentukan "*jalma utama*", *sarira bathara* atau insan kamil, manusia paripurna yang menggambarkan "*sejati-jatining satriya*" atau "*sejati-jatining manungsa*" yang sudah sampai pada tataran kasampurnan yang memiliki ciri harmonis lahir-batin, jiwa-raga, intelektual-spiritual dan "*kepala-dada*"-nya.

Bagi orang Jawa, individu, masyarakat, dan alam merupakan unsur unsur yang saling berhubungan dan tidak dapat dipisahkan satu dengan yang lainnya (Soenarto, 2004). Tujuan hidup adalah menjaga harmoni. Harmoni antara mikro kosmos dengan makro kosmos, harmoni antara individu dengan masyarakat. Kunci untuk dapat memelihara harmoni adalah dengan pengendalian diri dan kearifan dalam menatap keadaan sekitar. Dengan dilandasi kemampuan dalam mengendalikan diri, disertai kearifan, setiap orang akan selalu berusaha untuk tidak memaksakan kehendaknya sendiri, tetapi justru mencoba untuk menggai serta memahami kehendak orang banyak dalam rangka membangun kehendak bersama. Melalui proses musyawarah dimana semua orang akan saling menenggang tersebut akan terbangun kemufakatan, *sak iyek sak eko praya*.

Faham bahwa *wong urip mung mampir ngombe* dan *kabeh iki mung barang titipan* merupakan faktor yang sangat membantu dalam menumbuhkan kesadaran untuk mengendalikan diri atau meminimalkan egoisme yang merupakan sumber konflik dan

keretakan solidaritas sosial. Amanat *aja lali sangkan paraning dumadi* merupakan keyakinan religius bahwa di atas kita ada yang *murbeng dumadi* sehingga kita tidak boleh berbuat sesuka hati termasuk melakukan perusakan terhadap alam.

Kesanggupan mengendalikan diri, berlanjut kepada kemampuan untuk mengintegrasikan kepentingan pribadi ke dalam kepentingan kolektif (*sepi ing pamrih rame ing gawe*). Spirit ini melahirkan jiwa gotong royong sebagai sebuah sistem yang telah mengakar dalam kehidupan masyarakat.

Kelestarian alam juga tidak terlepas dari ajaran moral sebagai wujud pengembangan sikap gotong royong antara lain terungkap dalam akronim *rinastebu* (Soenarto, 2004) yang meliputi:

1. *Rila* (ikhlas): kesanggupan untuk merelakan (melepas tanpa penyesalan) atas hak milik, atau subyektivitasnya demi keselarasan kehidupan besar
2. *Narima* (kesanggupan menerima): kesanggupan untuk menerima keadaan sebagaimana adanya. Hal ini juga mengandung makna menghadapi derita tanpa keluh kesah dan menghadapi kegembiraan tanpa lupa diri
3. *Sabar*: kesanggupan untuk menghadapi keadaan dengan tidak dilandasi hawa nafsu, melainkan dengan kearifan. Dengan sabar orang tidak mudah putus asa atau tergoncang jiwanya sehingga menjadi sehat
4. *Temen* (jujur, dapat dipercaya): memegang teguh apa yang pernah dikatakan/disanggupi, pantang ingkar janji, *ajining dhiri dumunung ana ing lathi* atau sabda pandhita ratu.
5. *Budi luhur*: agar dapat memiliki budi luhur dituntut tiga perilaku yang harus dilaksanakan yaitu: *andhap asor* (rendah hati), *prasaja* (sederhana), dan *tepa selira* (tenggang rasa)

Ajaran *rinastebu* tersebut apabila dicermati sesungguhnya merupakan penunjang bagi terwujudnya harmoni termasuk dengan alam dan lingkungan melalui pengendalian diri dan kearifan serta terpeliharanya semangat untuk tetap optimis dalam mengarungi kehidupan. Faktor lingkungan (alam dan masyarakat) merupakan faktor yang dominan. Budaya Jawa selalu mendorong orang untuk bertindak hati-hati agar tidak mengganggu harmoni. Perilaku dalam kehidupan akan menentukan *“harga”* seseorang yang

mempunyai dampak terhadap perlakuan masyarakat.

Gemi, nastiti, ngati-ati pada hakekatnya adalah mengerjakan pembangunan dengan efisien. Dalam dunia bisnis telah dikembangkan konsep eko efisiensi. Esensi eko-efisiensi adalah bahwa dengan meningkatkan efisiensi proporsi bahan dan energi yang tergunakan dalam proses produksi meningkat, sementara proporsi bahan dan energi yang terbuang menurun. Dengan demikian pada sisi ekonomi bahan dan energi yang dibutuhkan per unit produk berkurang sehingga biaya produksi per unit produk pun berkurang. Pada sisi ekologi atau lingkungan hidup dengan peningkatan efisiensi jumlah bahan dan energi yang terbuang per unit produk berkurang sehingga limbah per unit pun berkurang. Dengan demikian eko-efisiensi menggabungkan efisiensi ekonomi dan efisiensi ekologi.

Filosofi *nyawiji, greget, sengguh, ora mingkuh* memiliki kaitan erat dengan konsep *hamemayu hayuning bawana*. Sebagai suatu pandangan hidup, *Sewiji* merujuk kepada makna bahwa apabila memiliki cita-cita maka konsentrasi harus ditujukan kepada tujuan tersebut, *pamentanging gandewa, pamanthenging cipta*. *Greget* menunjukkan dinamik dan semangat harus diarahkan ke tujuan melalui saluran yang wajar. *Sengguh* merujuk kepada percaya penuh pada kemampuan diri pribadinya untuk mencapai tujuan. *Ora mingkuh* menunjukkan bahwa meskipun dalam perjalanan menuju cita-cita akan menghadapi rintangan dan halangan tetapi tetap tidak mundur setapak-pun. Sebagai falsafah hidup, *sawiji* merujuk bahwa orang harus selalu ingat kepada Tuhan Yang Maha Esa, *greget* berarti seluruh aktivitas dan gairah hidup harus disalurkan melalui jalan Allah, *sengguh* berarti harus merasa bangga ditakdirkan sebagai makhluk sempurna, dan *ora mingkuh* bermakna bahwa meskipun mengalami banyak kesukaran dalam hidup, namun selalu percaya kepada Tuhan Yang Maha Adil. Integrasi *Hamemayu Hayuning Bawana* dalam perwujudan sekolahadiwiyata dapat dilakukan dalam semua aspek (lihat tabel berikut)

Model integrasi *Hamemayu Hayuning Bawana* dalam perwujudan sekolahadiwiyata dapat dilakukan dalam semua aspek (lihat tabel berikut)

1. Kebijakan Berwawasan Lingkungan, memiliki standar;
 - a. Kurikulum Tingkat Satuan Pendidikan memuat upaya perlindungan dan pengelolaan lingkungan hidup

- b. Rencana Kegiatan dan Anggaran Sekolah (RKAS) memuat program dalam upaya perlindungan dan pengelolaan lingkungan hidup
- 2. Pelaksanaan Kurikulum Berbasis Lingkungan, memiliki standar;
 - a. Tenaga pendidik memiliki kompetensi dalam mengembangkan kegiatan pembelajaran lingkungan hidup.
 - b. Peserta didik melakukan kegiatan pembelajaran tentang perlindungan dan pengelolaan lingkungan hidup
- 3. Kegiatan Lingkungan Berbasis Partisipatif memiliki standar;
 - a. Melaksanakan kegiatan perlindungan dan pengelolaan lingkungan hidup yang terencana bagi warga sekolah
 - b. Menjalin kemitraan dalam rangka perlindungan dan pengelolaan lingkungan hidup dengan berbagai pihak (masyarakat, pemerintah, swasta, media, sekolah lain).
- 4. Pengelolaan Sarana Pendukung Ramah Lingkungan memiliki standar;
 - a. Ketersediaan sarana prasarana pendukung yang ramah lingkungan
 - b. Peningkatan kualitas pengelolaan sarana dan prasarana yang ramah lingkungan di sekolah

Berdasarkan indikator penyelenggaraan sekolah adiwiyata tersebut kemudian ditentukan nilai-nilai kearifan lokal yang akan diintegrasikan. Integrasi nilai-nilai berikut indikator diuraikan sebagai berikut.

- a. Integrasi kearifan lokal dalam aspek kepemimpinan dan manajemen sekolah
 - 1) Kurikulum Tingkat Satuan Pendidikan (KTSP) memuat kebijakan upaya perlindungan dan pengelolaan lingkungan hidup berbasis kearifan lokal Hamemayu Hayuning Bawana
 - a) Visi, Misi dan Tujuan sekolah yang tertuang dalam Kurikulum Tingkat Satuan Pendidikan (dokumen 1) memuat kebijakan perlindungan dan pengelolaan lingkungan hidup berbasis kearifan lokal Hamemayu Hayuning Bawana.

- b) Struktur kurikulum memuat muatan lokal, pengembangan diri terkait kebijakan perlindungan dan pengelolaan lingkungan hidup berbasis kearifan lokal Hamemayu Hayuning Bawana.
 - c) Mulok PLH dilengkapi dengan Ketuntasan minimal belajar atau Ketuntasan minimal belajar indicator (untuk integrasi pengelolaan lingkungan hidup berbasis kearifan lokal Hamemayu Hayuning Bawana)
 - d) Rencana Kegiatan dan Anggaran Sekolah (RKAS) memuat program dalam upaya perlindungan dan pengelolaan lingkungan hidup berbasis kearifan lokal Hamemayu Hayuning Bawana.
- b. Integrasi kearifan lokal dalam aspek kurikulum dan pembelajaran
- 1) Tenaga pendidik memiliki kompetensi dalam mengembangkan kegiatan pembelajaran lingkungan hidup berbasis kearifan lokal Hamemayu Hayuning Bawana
 - 2) Peserta didik melakukan kegiatan pembelajaran tentang perlindungan dan pengelolaan lingkungan hidup berbasis kearifan lokal Hamemayu Hayuning Bawana
- c. Integrasi kearifan lokal dalam aspek Iklim Sekolah, Lingkungan Sosial dan Partisipasi Masyarakat
- 1) Melaksanakan kegiatan perlindungan dan pengelolaan lingkungan hidup berbasis kearifan lokal Hamemayu Hayuning Bawana yang terencana bagi warga sekolah
 - 2) Menjalin kemitraan dalam rangka perlindungan dan pengelolaan lingkungan hidup berbasis kearifan lokal Hamemayu Hayuning Bawana dengan berbagai pihak (masyarakat, pemerintah, swasta, media, sekolah lain).
- d. Integrasi kearifan lokal dalam aspek Lingkungan Fisik, Sarana, dan Prasarana
- 1) Ketersediaan sarana prasarana pendukung yang ramah lingkungan
 - 2) Peningkatan kualitas pengelolaan dan pemanfaatan sarana dan prasarana yang ramah lingkungan berbasis kearifan lokal Hamemayu Hayuning Bawana
- Integrasi kearifan lokal Hamemayu Hayuning Bawana dapat dilakukan dengan mengintegrasikan nilai-nilai yang terkandung dalam konsep Hamemayu hayuning

Bawana ke dalam indikator tsu komponen-komponen sekolah adiwiyata.

Kesimpulan

Integrasi kearifan lokal Hamemayu Hayuning Bawana ke dalam perwujudan sekolah adiwiyata merupakan salah satu upaya efektif dalam membentuk karakter cinta lingkungan di kalangan sekolah. Integrasi dapat dilakukan dengan cara menanamkan nilai-nilai Hamemayu hayuning Bawana terkait dengan lingkungan ke dalam komponen sekolah Adiwiyata. Melalui cara tersebut diharapkan karakter cinta lingkungan dapat tertanam dengan sendirinya.

Daftar Pustaka

- Bapeda (2006). *Bahan Seminar Menuju DIY Pusat Budaya*. Yogyakarta: Bapeda
- Depdiknas (2003). *Pedoman Pembinaan dan Pengembangan Usaha Kesehatan Sekolah*. Jakarta: Bagian Proyek Pembinaan dan Pemberian Beasiswa Bakat dan Prestasi.
- Dewan Kebudayaan. (2004). *Golong-Gilig Manunggaling Kawula-Gusti dalam Pembangunan Berkelanjutan Daerah Istimewa Yogyakarta*.
- Dinas Kebudayaan Provinsi DIY. (2007). *Penyusunan Kebijakan tentang Kebudayaan Lokal dan Daerah melalui Penyusunan Kajian Tata Nilai Budaya Daerah Yogyakarta*. Yogyakarta: Dinas Kebudayaan.
- Gunawan. (2004). *Akuntabilitas dan Akseptabilitas Budaya Jawa dalam Budaya Nasional*. Makalah disampaikan dalam Dialog Kebudayaan Nasional Kerjasama Pusat Studi Budaya dan Puslit PKLH di Lembaga Penelitian UNY tanggal 8 Desember 2004.
- Keputusan Bersama 4 menteri (Menteri Pendidikan dan Kebudayaan, Menteri Kesehatan, Menteri Agama, dan Menteri Dalam Negeri) Tahun 1989.

Keputusan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 1492/MENKES/SK/XII/2006 tentang *Pedoman Penyelenggaraan Kesehatan Lingkungan di Lingkungan Sekolah*.

Kesepakatan Bersama antara Menteri Negara Lingkungan Hidup dengan Menteri Pendidikan Nasional tentang Pendidikan Lingkungan Hidup, tanggal 1 Februari 2010.

Mardjono. (2004). *Dengan Budaya Jawa Menggarap Dunia Bagi Terwujudnya Indonesia yang Besar dan Jaya*. Makalah disampaikan dalam Dialog Kebudayaan Nasional Kerjasama Pusat Studi Budaya dan Puslit PKLH di Lembaga Penelitian UNY tanggal 8 desember 2004.

Peraturan Menteri Negera Lingkungan Hidup Nomor 02 Tahun 2009 tentang *Pedoman Pelaksanaan Program Adiwiyata*.

Sadikin .(2010). *Panduan Adiwiyata*. Jakarta: Kementerian Lingkungan Hidup.

Soenarto.(2004). *Kebudayaan Jawa dan Perspektifnya*. Makalah disampaikan dalam Dialog Kebudayaan Nasional Kerjasama Pusat Studi Budaya dan Puslit PKLH di Lembaga Penelitian UNY tanggal 8 Desember 2004.

Sri Ahimsa Putra. (2004). *Budaya Yogyakarta, Budaya jawa, Budaya Nasional, dan Budaya Global. Adakah Benang Merahnya?*. Makalah disampaikan dalam Dialog Kebudayaan Nasional Kerjasama Pusat Studi Budaya dan Puslit PKLH di Lembaga Penelitian UNY tanggal 8 Desember 2004.

Tirun Marwito.(2004). *Kebudayaan Yogya dan Perspektifnya*. Makalah disampaikan dalam Dialog Kebudayaan Nasional Kerjasama Pusat Studi Budaya dan Puslit PKLH di Lembaga Penelitian UNY tanggal 8 Desember 2004.

Undang-undang No. 2 Tahun 2003 tentang *Sistem Pendidikan Nasional*.

Undang-undang Nomor 32 Tahun 2009 tentang *Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup*.

Undang-undang Nomor 36 Tahun 2009 Tentang Kesehatan.

Wagiran, dkk (2009) *Pengembangan Model Pendidikan Kearifan Lokal di Wilayah Provinsi DIY dalam Mendukung Perwujudan Visi Pembangunan DIY menuju Tahun 2025 (Tahun Pertama)*. Penelitian. Yogyakarta: Biro Administrasi Pembangunan.

Wagiran, dkk (2010) *Pengembangan Model Pendidikan Kearifan Lokal di Wilayah Provinsi DIY dalam Mendukung Perwujudan Visi Pembangunan DIY menuju Tahun 2025 (Tahun Kedua)*. Penelitian. Yogyakarta: Biro Administrasi Pembangunan.

Yuwono Sri Suwito. (2004). *Kebudayaan Yogyakarta Antara Kenyataan dan Tantangan*. Makalah disampaikan dalam Dialog Kebudayaan Nasional Kerjasama Pusat Studi Budaya dan Puslit PKLH di Lembaga Penelitian UNY tanggal 8 Desember 2004.

_____. (2006). *Upacara Sekaten dan Garebeg Sekaten*. Makalah.

_____. (2008). *Pendidikan Berbasis Budaya Yogyakarta*. Makalah, Disampaikan dalam Sarasehan Budaya Selasa Wagen di Bangsal Kepatihan, 15 Juli 2008.

Tabel 1. Integrasi kearifan lokal Hamemayu Hayuning Bawana ke dalam Sekolah Adiwiyata

KOMPONEN	SEKOLAH ADIWIYATA	SEKOLAH SEHAT	KEARIFAN LOKAL
Manajemen dan Kepemimpinan Sekolah	<ol style="list-style-type: none">1. Visi dan misi sekolah peduli dan berbudaya lingkungan (tertuang dalam KTSP, mencerminkan perlindungan dan pengelolaan lingkungan hidup, diuraikan dalam program dan kegiatan sekolah, terinternalisasi)2. Kebijakan sekolah dalam mengembangkan pembelajaran lingkungan hidup (tertuang dalam dokumen KTSP, kegiatan rutin bertema LH sekali sebulan pada hari bertema lingkungan)3. Kebijakan pengembangan SDM (pendidik dan tenaga kependidikan) di bidang lingkungan	<p>Managemen/organisasi Ketenagaan Supervisi, Pelaporan, Evaluasi, Monitoring Peningkatan kualitas SDM :</p> <ol style="list-style-type: none">1. Guru yang mengajar pendidikan UKS2. Kader kesehatan sekolah	<ol style="list-style-type: none">1. Konsep kepemimpinan ngarsa sung tuladha, ing madya mangun karsa, tut wuri handayani2. Konsep hamangku, hamengku, hamangkon i3. Konsep kepemimpinan hasta brata4. Filosofi anteng, meneng5. Sikap satria, perwira6. Konsep ngandel, kendel,

	<p>hidup (melalui: seminar,workshop sekurang-kurangnya 50% jumlah total tenaga pendidik dan kependidikan baik inisiatif sendiri atau pihak lain selama 4 tahun; melalui: studi banding, training dan pendidikan berjenjang sekurang-kurangnya 20% jumlah total tenaga pendidik dan kependidikan baik inisiatif sendiri atau pihak lain selama 4 tahun</p> <p>4. Kebijakan dalam penghematan sumberdaya alam (air, listrik, ATK, plastik, termasuk petunjuk teknis dan pelaksanaannya disukung komite dan warga sekolah; ada monitoringnya)</p> <p>5. Kebijakan yang</p>		<p>bandhel</p> <p>7. Sifat tetep, mantep, antep</p> <p>8. Konsep neng, ning, nung, nang</p>
--	---	--	---

	<p>mendukung terciptanya lingkungan sekolah yang bersih dan sehat</p> <p>6. Kebijakan sekolah untuk pengalokasian dan penggunaan dana bagi kegiatan yang terkait dengan masalah lingkungan hidup</p>		
<p>Tata Ruang dan Lingkungan Fisik</p>	<p>1. Pengembangan fungsi sarana pendukung sekolah yang ada untuk pendidikan lingkungan hidup</p> <p>2. Peningkatan kualitas pengelolaan lingkungan di dalam dan di luar kawasan sekolah</p> <p>3. Penghematan sumberdaya alam (listrik, air), dan ATK</p> <p>4. Peningkatan kualitas pelayanan makanan sehat</p> <p>5. Pengembangan sistem</p>	<p>Sarana Pendidikan kesehatan (buku, pedomanguru, leaflet, alat peraga, poater, dll)</p> <p>Sarana Prasarana (UKS)</p> <p>1. Persyaratan kesehatan lingkungan</p> <p>a. Lokasi</p> <p>b. Konstruksi Bangunan (atap dan talang, langit-langit, dinding, lantai, tangga, pintu, jendela, pembuangan air hujan)</p> <p>c. Ruang Bangunan (ruang kelas, Ruang BK, Ruang UKS, Ruang Laboratorium, Kantin/warung sekolah)</p> <p>d. Kualitas Udara Ruang</p>	<p>1. Tata ruang arsitektura l kraton</p> <p>2. Konsep <i>tri hita karana</i> dan <i>sanga mandala</i></p> <p>3. Makna filosofi tanaman dan vegetasi</p> <p>4. Bentuk rumah adat (joglo,</p>

	pengelolaan sampah	<ul style="list-style-type: none"> e. Pencahayaan f. Ventilasi g. Kebisingan h. Fasilitas Sanitasi Sekolah (air bersih, toilet, SPAL, sarana pembuangan sampah) i. Sarana Olahraga dan Ibadah j. Halaman k. Bebas jentik nyamuk <p>2. Tatalaksana</p> <ul style="list-style-type: none"> a. Pemeliharaan ruang bangunan b. Pencahayaan c. Ventilasi d. Fasilitas sanitasi (toilet, SPAL, sarana pembuangan sampah) e. Kantin/warung sekolah f. Bebas jentik nyamuk g. Bebas asap rokok <p>3. Promosi Hygiene dan Sanitasi Sekolah</p> <ul style="list-style-type: none"> a. Langsung, menggunakan media cetak atau elektronik b. Sesuai kondisi sekolah atau budaya lokal 	<p>panggang- pe, limasan, dsb)</p> <p>5. Tata ruang dalam cerita wayang</p>
--	--------------------	---	---

Perilaku dan Budaya Sekolah	<p>Pembinaan Lingkungan Kehidupan Sekolah Sehat</p> <ul style="list-style-type: none">- 5K, Wawasan Wiyata Mandala- Perilaku hidup bersih <p>Pelayanan kesehatan:</p> <ol style="list-style-type: none">1. Pelayanan kesehatan2. Pemeriksaan penjangkankesehatanpeserta didik3. Pengobatan rinagan dan P3K atau P3P4. Pencegahan penyakit5. Penyulhan kesehatan6. Pengawasan warung sekolah dan perbaikan gizi7. Pencatatan dan pelaporan tentang keadaan penyakit dan status gizi dan hal lain yang berhbungan dengan pelayanan kesehatan <p>Pembinaan Lingkungan Kehidupan Sekolah Sehat:</p> <ol style="list-style-type: none">1. Pelaksanaan 5K (kebersihan, keindahan, kenyamanan, ketertiban, keamanan)2. Pembinaan dan pemeliharaan kesehatan lingkungan3. Pembinaan kerjasama antar	<ol style="list-style-type: none">1. Nilai-nilai lokal di masyarakat sekitar2. Iklim pergaulan sehari-hari
-----------------------------	---	---

		masyarakat sekolah (guru, murid, pegawai, orangtua murid, dan masyarakat sekitar)	
Kurikulum dan Pembelajaran	<p>Pengembangan kurikulum terintegrasi atau monolitik yang meliputi:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Pengembangan model pembelajaran lintas mata pelajaran 2. Penggalan dan pengembangan materi serta persoalan lingkungan hidup yang ada dimasyarakat sekitar 3. Pengembangan metode belajar berbasis lingkungan dan budaya 4. Pengembangan kegiatan kurikuler untuk peningkatan pengetahuan dan kesadaran siswa tentang lingkungan hidup 	<p>Pendidikan Kesehatan Kegiatan Kurikuler (pada jamsekolah menurut tingkat pendidikan TK, Dasar, menengah) Kegiatan Ekstrakurikuler</p> <p>Pendidikan Kesehatan:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Pemberian pengetahuan dan ketrampilan tentang prinsip-prinsip hidup sehat 2. Penanaman perilaku/kebiasaan hidup sehat dan daya tangkal pengaruh buruk dari luar 3. Pelatihan dan penanaman pola hidup sehat agar dapat diimplementasikan dalam kehidupan sehari-hari 4. Pelayanan Kesehatan Narkoba, alkohol, Rokok 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Makna filosofis gunung 2. Konsep negara dalam pewayangan 3. Upacara tradisional 4. Semboyan-semboyan 5. Pengkajian vegetasi tanaman-tanaman tradisional khas yogyakarta 6. Pengetahuan lokal: pranata mangsa, penataan bangunan,

			<p>makanan, pengobatan</p> <p>7. Konsep panjang punjung pasir wukir, gemah riph loh jinawi, tata tentrem krt a raharja</p> <p>8. Filosofi wayang</p>
Lingkungan Sosial dan Masyarakat	<p>Pelibatan warga sekolah dalam berbagai aktifitas pembelajaran lingkungan hidup. Melibatkan warga masyarakat di sekitarnya dalam melakukan berbagai kegiatan yang memberikan manfaat baik bagi warga sekolah maupun warga masyarakat. Kegiatan tersebut antara lain:</p> <ol style="list-style-type: none">1. Menciptakan kegiatan ekstrakurikuler/kurikuler di bidang lingkungan hidup berbasis partisipatif di sekolah2. Mengikuti kegiatan aksi lingkungan hidup	<p>Pembinaan kerjasama antar masyarakat sekolah (guru, murid, pegawai, orangtua murid, dan masyarakat sekitar)</p>	<p>Pelibatan masyarakat sekitar</p>

	yang dilakukan pihak luar		
	3. Membangun kegiatan kemitraan dalam pengembangan pendidikan lingkungan hidup		

**PERBANDINGAN HASIL BELAJAR KOGNITIF BIOLOGI SISWA
BERKEMAMPUAN AKADEMIK RENDAH MELALUI PEMBELAJARAN
RQA, STAD DAN RQA DIPADU STAD PADA SISWA SMA**

Murni Thalib¹⁾, A. Duran Corebima²⁾, Abdul Ghofur²⁾,

¹⁾Pendidikan Biologi, Pascasarjana, Universitas Negeri Malang

²⁾Jurusan Biologi, FMIPA Universitas Negeri Malang

Jln.Semarang 5 Malang, HP/Telp. 08525354208; Email: murnithalib30@yahoo.com

Abstrak

Guru sebagai pendidik sekaligus fasilitator hendaknya memperhatikan kebutuhan belajar semua siswa secara merata, baik siswa berkemampuan akademik tinggi maupun siswa berkemampuan akademik rendah. Pada dasarnya guru menggunakan strategi pembelajaran yang tepat untuk dapat memfasilitasi belajar peserta didik. Strategi pembelajaran STAD, RQA, maupun perpaduan RQA dan STAD telah banyak diteliti dan terbukti mampu memberdayakan pemahaman konsep siswa, yang akhirnya berimbas pada pencapaian hasil belajar siswa. Penelitian ini bertujuan untuk melihat perbandingan hasil belajar kognitif siswa berkemampuan akademik rendah melalui strategi RQA, STAD dan perpaduannya. Penelitian dilakukan pada semester genap tahun ajaran 2015/2016; subjek penelitian adalah siswa kelas X SMA Alkhairaat dan SMA Muhammadiyah Kota Ternate. Hasil penelitian menunjukkan bahwa terdapat pengaruh strategi pembelajaran terhadap hasil belajar kognitif siswa berkemampuan akademik rendah. Berdasarkan hasil uji lanjut diketahui bahwa pengaruh strategi RQA dipadu STAD tidak berbeda nyata dengan pengaruh strategi RQA, tetapi berbeda nyata dengan pengaruh strategi STAD. Strategi RQA dipadu STAD memiliki rerata terkoreksi hasil belajar kognitif 26,19% lebih tinggi dibanding strategi STAD, sedangkan strategi RQA memiliki nilai rerata terkoreksi 17,20% lebih tinggi dibanding strategi STAD. Dengan demikian strategi RQA, maupun perpaduan RQA dengan STAD, dapat membantu memberdayakan hasil belajar kognitif siswa berkemampuan akademik rendah.

Kata kunci: *Hasil belajar kognitif, RQA, RQA dipadu STAD, STAD*

PENDAHULUAN

Pendidikan merupakan suatu proses yang pelaksanaannya sangat menentukan kemajuan kualitas suatu bangsa. Sebagaimana yang tertuang dalam Undang-undang sistem Pendidikan Nasional no 20 tahun 2003, pendidikan nasional berfungsi mengembangkan kemampuan dan membentuk watak serta peradaban bangsa yang bermartabat dalam rangka mencerdaskan kehidupan bangsa. Pendidikan Nasional juga bertujuan untuk mengembangkan potensi peserta didik agar menjadi manusia yang beriman dan bertaqwa kepada Tuhan Yang Maha Esa, berakhlak mulia, sehat, berilmu, cakap, kreatif, mandiri dan menjadi warga Negara yang demokratis serta bertanggung jawab.

Berdasarkan hal tersebut maka pendidikan sudah selayaknya merata kepada seluruh siswa di Indonesia, baik siswa yang berkemampuan akademik tinggi juga siswa berkemampuan akademik rendah. Namun pada kenyataannya, pola penerimaan siswa SMA yang berbasis *Minimal Passing Level* (MPL) telah menyebabkan terjadinya pemusatan siswa. Hal tersebut selanjutnya menyebabkan terjadinya kesenjangan (polarisasi) dimana terdapat sekolah dengan siswa berkemampuan akademik tinggi, sekolah dengan siswa berkemampuan akademik sedang dan sekolah dengan siswa berkemampuan akademik rendah. Pada akhirnya, kesenjangan yang terjadi akan menyebabkan dampak buruk yaitu tidak tercapainya tujuan pendidikan.

Hasil belajar kognitif siswa sebagai salah satu ukuran tercapainya tujuan pembelajaran menjadi salah satu faktor penentu keberhasilan dalam belajar. Asep & Haris (2013) menyatakan bahwa hasil belajar kognitif adalah segala sesuatu yang menjadi milik siswa sebagai akibat dari kegiatan belajar yang dilakukannya. Lebih lanjut Nurkancana dan Sunartana (1986) menyatakan bahwa hasil belajar kognitif dapat diketahui melalui pengukuran yang menggunakan tes mengenai sejumlah materi pelajaran tertentu sehingga diperoleh data berupa angka atau skor. Karena itu, siswa yang berhasil dalam belajar adalah yang berhasil mencapai tujuan-tujuan pembelajaran yang ditunjukkan dari optimalnya skor hasil belajar kognitifnya.

Optimalnya hasil belajar kognitif siswa dalam proses pembelajaran tentu saja tidak terlepas dari peran pendidik. Pendidik menjadi elemen yang sangat strategis dalam sebuah sistem pendidikan sebagai ujung tombak dalam pelaksanaan proses pendidikan. Di antara berbagai peran pendidik, peran yang juga memiliki pengaruh yang besar dalam peningkatan kualitas pembelajaran adalah peran pendidik sebagai fasilitator. Terkait dengan perannya sebagai fasilitator, pendidik bertanggung jawab untuk membantu proses belajar siswa dengan baik, bersikap sabar, menghargai dan rendah hati, bersikap sederhana, bersikap akrab, tidak berusaha menceramahi, berwibawa, tidak memihak dan mengkritik, bersikap terbuka serta bersikap positif. Dengan demikian, sudah seharusnya pendidik memfasilitasi belajar peserta didik, khususnya siswa berkemampuan akademik rendah.

Salah satu cara memfasilitasi belajar peserta didik ialah dengan diterapkannya strategi pembelajaran aktif yaitu strategi pembelajaran yang mengajak peserta didik untuk belajar secara aktif. Di antara berbagai strategi pembelajaran aktif, strategi pembelajaran yang berpotensi untuk memberdayakan hasil belajar kognitif peserta didik adalah strategi pembelajaran *Reading Questioning and Answering (RQA)*, *Student Team Achievement (STAD)* maupun RQA dipadu STAD. Strategi *Reading Questioning and Answering (RQA)* merupakan strategi yang berlandaskan pada teori konstruktivisme yang penerapannya akan mampu mendorong mahasiswa untuk membaca materi pembelajaran yang ditugaskan, sehingga pembelajaran yang dirancang dapat terlaksana dengan baik (Corebima, 2009). Strategi pembelajaran STAD merupakan strategi pembelajaran yang didasarkan pada pengalaman atau diskusi kelompok yang tahapannya terdiri atas penyampaian tujuan dan memotivasi siswa, penyajian informasi, pengorganisasian siswa dalam kelompok-kelompok belajar, pembimbingan kelompok untuk bekerja dan belajar, pengadaan kuis serta pemberian penghargaan (Slavin 2008). Sedangkan strategi pembelajaran RQA dipadu STAD merupakan strategi yang dihasilkan melalui perpaduan sintaks RQA dengan STAD.

Penelitian-penelitian sebelumnya yang mengungkap bahwa strategi pembelajaran RQA mampu memberdayakan hasil belajar kognitif peserta didik adalah penelitian yang dilakukan oleh Bahri (2010), Bahtiar (2013) dan Hasanudin (2013). Dalam laporan tersebut dijelaskan bahwa peningkatan kemampuan kognitif siswa dapat terjadi sebab siswa didorong untuk membaca materi yang akan dipelajari sehingga terjadi proses perluasan kognitif siswa. Lebih lanjut penelitian-penelitian sebelumnya yang mengungkap potensi strategi pembelajaran STAD dalam memberdayakan hasil belajar kognitif peserta didik adalah penelitian yang dilakukan oleh Muldayanti (2013), Prayitno (2011), Santrock (2014), Lie (2008) dan Slavin, (2008). Potensi tersebut terkait dengan penerapan tahapan pembelajaran STAD yang memungkinkan siswa untuk dapat bekerja sama, saling berdiskusi, berkomunikasi, dan saling bertukar pikiran.

Berbeda dengan potensi strategi pembelajaran RQA dan strategi pembelajaran STAD dalam memberdayakan hasil belajar kognitif yang telah banyak diungkap, potensi strategi pembelajaran RQA dipadu STAD dalam memberdayakan hasil belajar kognitif siswa belum pernah diungkap. Selain itu, berdasarkan kajian terhadap penelitian-penelitian sebelumnya dapat diketahui bahwa belum ada penelitian yang mengungkap pengaruh strategi pembelajaran RQA, STAD, maupun perpaduannya terhadap hasil belajar kognitif siswa berkemampuan akademik rendah. Dengan demikian perlu dilakukan penelitian yang bertujuan untuk mengungkap pengaruh strategi-strategi pembelajaran tersebut terhadap hasil belajar kognitif siswa berkemampuan akademik rendah.

2. METODE PENELITIAN

Penelitian ini merupakan penelitian semu (*quasi eksperiment*) dengan *pretest-posttest Nonequivalent Control Group Design*. Rancangan penelitian dapat dilihat pada Tabel 1.1

Tabel.1. Rancangan Ekseperiment *pretest-posttest Nonequivalent Control Group Design*

<i>Pretest</i>	Kelompok Perlakuan	<i>Posttest</i>
O1	A2P1	O2
O3	A2P2	O4
O5	A2P3	O6

Keterangan:

O1,O3,O5,O7 = *Skor Preetes*

O2,O4,O6,O8= *Skor Posttes*

A2P1 = Kelompok akademik rendah dengan perlakuan pembelajaran RQA

A2P2 = Kelompok akademik rendah dengan perlakuan pembelajaran STAD

A2P3 = Kelompok akademik rendah dengan perlakuan pembelajaran RQA dipadu STAD

(Sumber: Tuckman, 1978)

Populasi dalam penelitian ini adalah seluruh siswa kelas X SMA swasta di Kota Ternate. Sampel dalam penelitian ini yakni siswa kelas X SMA Alkhairaat Kota Ternate dan SMA Muhamadiyah Kota Ternate yang pengambilannya dilakukan menggunakan teknik *simple random sampling*. Dari kedua sekolah tersebut ditentukan kelas yang dapat digunakan dalam penelitian ini, Penentuan didasarkan pada hasil uji kesetaraan. Dari kelas yang terpilih, tiga kelas dijadikan sebagai kelas eksperimen.

Instrumen yang digunakan untuk mengukur hasil belajar kognitif adalah tes *essay* Data diperoleh dengan memberikan tes sebelum dan sesudah perlakuan. Data yang diperoleh kemudian di uji normalitas dan homogenitasnya dan

selanjutnya dianalisis dengan analisis kovariat (anakova). Apabila hasil analisis tersebut menunjukkan hasil yang signifikan maka dilakukan uji lanjut LSD.

HASIL

Berdasarkan data pretes dan postes hasil belajar kognitif Biologi yang akan dianalisis dengan Anacova diuji terlebih dahulu dengan uji prasyarat *Levene* dan *Kolmogrov Smirnov*. Hasil uji prasyarat menunjukkan bahwa data pretes dan postes terdistribusi normal dan homogen.

Ringkasan Hasil Analisis Kovariat serta uji lanjut *Least Significant Difference* (LSD) untuk mengetahui Perbandingan hasil belajar kognitif antara siswa yang mengikuti pembelajaran RQA, pembelajaran RQA dipadu STAD, serta pembelajaran STAD ditunjukkan pada Tabel 1.1 dan Tabel 1.2

Tabel 1.1 Ringkasan Hasil Uji Anakova Perbandingan Hasil belajar kognitif Siswa

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	3392,165a	3	1130,722	9,432	,000
Intercept	23648,243	1	23648,243	197,263	,000
XHBKog	179,990	1	179,990	1,501	,225
Strategi	2782,692	2	1391,346	11,606	,000
Error	8511,611	71	119,882		
Total	334082,031	75			
Corrected Total	11903,776	74			

R Squared = ,285 (Adjusted R Squared = ,255)

Tabel 1.2 Ringkasan Uji LSD Strategi Pembelajaran terhadap Hasil belajar kognitif Siswa

No	Strategi	XHB	YHB	Selisih	HB	Notasi
----	----------	-----	-----	---------	----	--------

		Kognitif	Kognitif	Kognitif		LSD
				Cor		
1	RQA+STAD	39,375	72,687	33,312	72,256	a
2	RQA	35,937	67,062	31,125	67,109	a
3	STAD	33,500	56,875	23,375	57,260	b

Dari Hasil analisis kovariat perbandingan hasil belajar kognitif siswa yang mengikuti Pembelajaran RQA, RQA dipadu STAD, dan STAD sebagaimana yang dipaparkan pada tabel 1.1 dapat dilihat bahwa F hitung dari strategi pembelajaran adalah sebesar 11,606 dengan nilai $p = 0,000$ atau kurang dari 0,005. Hal tersebut menunjukkan bahwa terdapat perbedaan hasil belajar kognitif antara siswa pada ketiga strategi pembelajaran tersebut.

Perbedaan tersebut selanjutnya dapat dilihat pada data hasil uji LSD Tabel 1.2. Pada ringkasan uji LSD terlihat bahwa strategi pembelajaran RQA dipadu STAD memiliki rata-rata terkoreksi yang tertinggi yaitu sebesar 72,256 sedangkan strategi STAD memiliki rata-rata terkoreksi yang paling rendah di bandingkan dengan strategi RQA yaitu sebesar 57,260. Nilai tersebut menunjukkan bahwa nilai rata-rata terkoreksi siswa pada pembelajaran Strategi RQA dipadu STAD memiliki rerata terkoreksi hasil belajar kognitif 26,19% lebih tinggi dibanding strategi STAD, sedangkan strategi RQA memiliki nilai rerata terkoreksi 17,20% lebih tinggi dibanding strategi STAD. Dengan demikian strategi RQA, maupun perpaduan RQA dengan STAD, dapat membantu memberdayakan hasil belajar kognitif siswa berkemampuan akademik rendah.

PEMBAHASAN

Hasil belajar kognitif

Berdasarkan hasil analisis data perbandingan hasil belajar kognitif dari penggunaan strategi terlihat bahwa strategi pembelajaran *Reading Questioning Answering* (RQA) yang dipadu dengan *Student Team Achievement Division* (STAD) dapat meningkatkan hasil belajar kognitif siswa yang berkemampuan

akademik rendah lebih baik daripada STAD karena dalam strategi RQA dan perpaduannya terdapat tahap membaca (*reading*), menyusun pertanyaan yang substansial (*questioning*) dan menjawab pertanyaan (*answering*) yang merupakan proses kognitif dalam meningkatkan hasil belajar siswa. Menurut Corebima (2009), secara individual memang siswa “dipaksa” secara serius membaca serta memahami isi bacaan, selanjutnya berupaya menemukan bagian dari isi bacaan yang substansial atau sangat substansial. Apabila isi bacaan substansial telah ditemukan pebelajar siap membuat pertanyaan yang mewakili isi bacaan dan menjawabnya, kemudian siswa saling bertukar informasi melalui presentasi di depan kelas. (Bahtiar, 2012)

Lubliner (2001) juga mengemukakan bahwa pertanyaan merupakan suatu alat yang dipergunakan untuk meningkatkan kemampuan berpikir siswa, dan dapat dicapai melalui ransangan guru dengan memberikan pertanyaan. Menurut Nurhadi (2004), bertanya merupakan salah satu landasan pembelajaran kontekstual; bertanya dapat digunakan oleh siswa secara aktif dan kritis untuk menggali informasi, memecahkan ide-ide atau gagasan yang telah mereka miliki sebelumnya sehingga hasil belajar kognitif dapat ditingkatkan.

Hasil penelitian lain terkait pengaruh strategi pembelajaran RQA dipadu STAD terhadap siswa berkemampuan akademik rendah belum banyak dilaporkan. Penelitian yang dilakukan Hassanudin (2013) menjelaskan bahwa pembelajaran yang dikembangkan berdasarkan strategi RQA berpotensi meningkatkan ketrampilan metakognitif dan hasil belajar kognitif mahasiswa. Proses membaca (*reading*) membuat pertanyaan yang substansial (*questioning*), dan menjawab pertanyaan (*answering*) yang dilakukan secara berulang-ulang dan secara langsung merupakan proses kognitif yang penting dalam meningkatkan pemahaman konsep hasil belajar kognitif sehingga memungkinkan pembelajaran menjadi lebih bermakna. Kondisi ini berlaku untuk semua siswa terutama siswa berkemampuan akademik rendah. Hal ini sejalan penelitian oleh Widayati (2015), Zunaida (2015), Bahri (2010) yang melaporkan bahwa penerapan model

pembelajaran RQA dapat meningkatkan kesadaran metakognitif, ketrampilan metakognitif dan hasil belajar kognitif siswa kemampuan akademik rendah.

Kesimpulan dan Saran

Bertolak dari temuan penelitian dan pembahasan, dapat disimpulkan bahwa strategi pembelajaran *Reading Questioning Answering* (RQA) yang dipadu dengan *Student Team Achievement Division* (STAD) memiliki potensi yang berbeda nyata dalam meningkatkan hasil belajar kognitif siswa berkemampuan akademik rendah pada mata pelajaran Biologi dibanding potensi pembelajaran STAD. Siswa berkemampuan akademik rendah akan lebih baik jika di ajarkan dengan strategi kooperatif berbasis konstruktivisme dibanding pembelajaran konvensional.

Rekomendasi

Atas dasar simpulan hasil penelitian, maka perlu disampaikan saran bahwa guru harus mengawali pembelajaran dengan membangkitkan minat dan memfokuskan perhatian siswa di awal pembelajaran seperti fase *reading* (membaca) karena membaca dapat mengasah kemampuan berpikir kritis seseorang; jika seseorang membaca secara kritis maka akan mampu melatih kemampuan berpikir kritisnya.

Para pemangku kebijakan, ahli pendidikan dan guru diharapkan tidak hanya memperhatikan siswa berkemampuan akademik tinggi saja, siswa berkemampuan akademik rendah yang sebagian besar berkumpul pada sekolah berkualifikasi rendah juga diperhatikan. Bentuk-bentuk perhatian tersebut dapat berupa kebijakan pendidikan yang didasarkan pada penelitian-penelitian bidang pendidikan yang diorientasikan untuk memberdayakan kemampuan berpikir siswa khususnya untuk menolong kelompok siswa berkemampuan akademik rendah.

DAFTAR PUSTAKA

- Arikunto, S. 2003. *Dasar-Dasar Evaluasi Pendidikan*. Jakarta: Bumi Aksara.
- Asep & Haris 2013. *Evaluasi Pembelajaran*. Yogyakarta: Multi Pressindo.
- Basith A. 2012. Potensi Strategi Reciprocal Teaching untuk memberdayakan keterampilan metakognitif Siswa sekolah menengah berkemampuan akademik rendah pada Pembelajaran Biologi.(The Potential of Reciprocal Teaching Strategy in empowering metacognitive Skills of senior high School Students of low academic Ability in Biology Learning). *Proceedings of the National Seminar on Biology*, 2012 (9) :84-89. ISBNNo.978-602-8580-51-9.(online)
(<http://jurnal.fkip.uns.ac.id/index.php/prosbio/article/view/1028>), diakses pada 08 November 2016.
- Bahtiar 2014, *Pengaruh Strategi Pembelajaran Think Phair Share (TPS) dan Reading Questioning Answering (RQA) Terhadap Sikap Sosial, Keterampilan Metakognisi, dan Penguasaan Konsep Biologi untuk Pendidikan Multietnis pada Siswa SMA di Ternate*. Disertasi Tidak diterbitkan.Malang: Universitas Negeri Malang.
- Bahri, A. 2010. *Pengaruh Strategi pembelajaran Pengaruh Strategi Pembelajaran Reading Questioning and Answering (RQA) pada Perkuliahan Fisiologi Hewan terhadap Kesadaran Metakognitif, Keterampilan Metakognitif dan Hasil Belajar Kognitif Mhs. Jurusan Biologi FMIPA Universitas Negeri Makassar*.Tesis Tidak diterbitkan.Malang: Universitas Negeri Malang.
- Corebima, A. D. 1999. Proses dan Hasil Pembelajaran MIPA di SD, SLTP, dan SMU: Perkembangan Penalaran Siswa Tidak Dikelola Secara Terencana.

Proceeding Seminar on Quality Improvement Mathematics and Science Education in Indonesia (JICA) at Bandung, Agustus 1999.

Corebima, A.D. 2009. *Pengalaman Berupaya Menjadi Guru Profesional*. Pidato Pengukuhan Guru Besar dalam Bidang Genetika. Malang, FMIPA UM.

Corebima, A. D. 2006. Metakognisi: Suatu Ringkasan Kajian. *Makalah Disajikan dalam Pelatihan Strategi Metakognitif pada Pembelajaran Biologi untuk Guru-guru Biologi SMA. Lembaga Pengabdian kepada Masyarakat (LPKM) UNPAR*. Palangkaraya, 23 Agustus 2006.

Depdiknas. 2003. *Sistim Pendidikan Nasional*. Jakarta: Depdiknas

Hassoubah, Z. I. 2007. *Mengasah Pikiran Kreatif dan Kritis: Disertai Ilustrasi dan Latihan*. Terjemahan Bambang Suryadi. *Developing Creative & Critical Thinking Skills: A Handbook for Students*. 2002 . Bandung: Nuansa.

Hassanudin. 2013 *Pengaruh Pembelajaran Reading Questioning and Answering Dipadu Think Phare Share Berbasis Lesson Study terhadap Keterampilan Metakognitif dan Hasil Belajar Kognitif Mahasiswa Pada Mata Kuliah Anatomi Tumbuhan*. Disertasi tidak diterbitkan. Malang: Universitas Negeri Malang.

Lie, A. 2008. *Cooperative Learning: Mempraktekkan Kooperatif Learning di ruang- ruang kelas*. Jakarta: Grasindo

Lubliner, S. 2001. Reciprocal Teaching: Alternative to Gatekeeping Practices. (Online), *Journal Of Understanding Differences* Volume 5 (3). (<http://www.dco.k12.ca.us/score/promosing/tips/rec.html>), diakses 8 Nopember 2016.

- Muldayanti, N.D.2013. Pembelajaran Biologi Model STAD dan TGT Ditinjau dari Keingintahuan dan Minat Belajar Siswa. *Jurnal Pendidikan IPA Indonesia*, 2 (2): 12-17.
- Mulyatiningsih. 2010. Pembelajaran aktif, kreatif, inovatif, efektif dan menyenangkan (paikem). Diklat peningkatan kompetensi direktorat jendral peningkatan mutu pendidik dan tenaga kependidikan .
- Muhfaroyin. 2009. *Pengaruh Strategi Integrasi STAD dan TPS dan Kemampuan Akademik terhadap Hasil Belajar Kognitif Biologi, Kemampuan Berpikir Kritis, dan Keterampilan Proses Siswa SMA di Kota Metro*. Disertasi tidak diterbitkan. Malang: Universitas Negeri Malang.
- Nurmaliah, C. 2009. *Keterampilan Berpikir Kritis, Metakognisi dan Hasil Belajar Biologi Siswa SMP Negeri di Kota Malang*, Disertasi tidak diterbitkan. Surakarta: Universitas Sebelas Maret.
- Nurhadi. 2004. *Kurikulum 2004-Pertanyaan dan Jawaban*. Jakarata: PT Gramedia Widiasarana Indonesia.
- Nurkencana dan Sunartana. 1986. *Evaluasi Pendidikan*. Surabaya : Usaha Nasional.
- Priantari, Ika. 2012. Pengaruh Strategi RQA Dipadu dengan TPS terhadap Kemampuan Berpikir Kritis Mahasiswa Prodi Pendidikan Biologi Universitas Muhammadiyah Jember Mata Kuliah Genetika Tahun Akademik 2012 (online).
(<http://eprints.ums.ac.id/44081/1/NASKAH%20PUBLIKASI.pdf>), diakses tanggal 9 Nopember 2016.

- Prayitno, B. 2011. *Pengembangan Perangkat Pembelajaran IPA Biologi SMP Berbasis Inkuiri Terbimbing dipadu Kooperatif STAD serta Pengaruhnya terhadap Kemampuan Berfikir Tingkat Tinggi, Metakognisi, dan Keterampilan Proses Sains pada Siswa Berkemampuan Akademik Atas dan Bawah*. Disertasi tidak diterbitkan. Malang: Pascasarjana UM
- Santrock. J. W. 2014. *Psikologi Pendidikan*. Terjemahan oleh Harya Bimanesa. Jakarta: Penerbit Salemba. Bandung Remaja Rosda Karya.
- Slavin R.E. 2008. *Cooperatif Learning, Success For All, and Evidence Based Reform in Education*. *Educational Didactique*, 2(2):151-159 (Online) (<http://educationdidactique.revues.org/334>), diakses tanggal 22 Desember 2015.
- Sumampouw, H. 2011. *Kajian Perkuliahan dan Asesment Genetika dalam memberdayakan Kemampuan Metakognitif, Berpikir Tingkat Tinggi, Keterampilan Proses Sains dan Retensi Mahasiswa S1 dan S2 Biologi UM*. Malang. Disertasi tidak diterbitkan; Pascasarjana UM.
- Widayati. 2015. *Pengaruh strategi Pembelajaran RQA dipadu Dengan TPS dan Kemampuan Akademik terhadap Kemampuan Berpikir Kritis dan Hasil Belajar Kognitif pada Pembelajaran Biologi Siswa Kelas VIII SMP di Kabupaten Blitar*. Tesis tidak diterbitkan. Malang: PPs Universitas Negeri Malang.
- Zunaidah, N. 2015. *Pengaruh Strategi Pembelajaran Reading Questioning and Answering (RQA) dipadu Student Team Achievement Division (STAD) terhadap Kemampuan Berpikir Kritis dan Kemampuan Metakognitif Di*
- Zaini, H, dkk. 2008. *Strategi Pembelajaran Aktif*. Pustaka Insani Madani. Yogyakarta

**PEMIKIRAN SISWA DALAM PEMBELAJARAN BIOLOGI BERBASIS
PROYEK “KONSERVASI HUTAN” UNTUK MENINGKATKAN
KREATIVITAS DAN KEPEDULIAN PADA LINGKUNGAN**

Chairin Perdana, Resfa Yunita, Ria Fitriyani Hadi

Program Pendidikan Biologi Pascasarjana UNY

Abstract

Penulisan jurnal ini bertujuan untuk mengeksplorasi Pemikiran Siswa terhadap Konservasi Hutan dalam Pembelajaran Biologi Berbasis Proyek untuk Meningkatkan Kreativitas dan Kepedulian pada Lingkungan. Jurnal ini akan diawali dengan deskripsi dan analisis mengenai prinsip pembelajaran biologi berbasis proyek “konservasi hutan”, keutamaan pembelajaran biologi berbasis proyek “konservasi hutan”, dan manfaat pembelajaran biologi berbasis proyek “konservasi hutan”. Metode yang digunakan pada penulisan jurnal ini adalah studi literatur. Pada pembelajaran biologi berbasis proyek melibatkan siswa untuk membuat desain, pemecahan masalah, pengambilan keputusan, atau aktivitas investigasi, memberi peluang kepada siswa untuk bekerja secara otonomi dengan periode waktu yang lama, dan akhirnya menghasilkan produk yang nyata. Pembelajaran berbasis proyek juga memfasilitasi siswa untuk berkontribusi terhadap konservasi hutan sehingga dapat meningkatkan kreativitas dan kepedulian siswa pada lingkungan.

Kata Kunci: *Konservasi Hutan, Pembelajaran Biologi Berbasis Proyek, Kreativitas, Kepedulian Pada Lingkungan*

PENDAHULUAN

Lingkungan atau Lingkungan Hidup merupakan tempat tinggal disekitar manusia dan mempengaruhi perkembangan hidup manusia. Lingkungan juga bisa diartikan sebagai kombinasi antara fisik yang mencakup keadaan sumber daya alam seperti tanah, air, energi surya, mineral serta flora dan fauna. Dalam Undang-Undang No.23 tahun 1997 tentang Pengelolaan Lingkungan Hidup, definisi Lingkungan Hidup adalah kesatuan ruang dengan semua benda, daya, keadaan, dan makhluk hidup, termasuk manusia, dan perilakunya, yang

mempengaruhi kelangsungan perkehidupan dan kesejahteraan manusia, serta makhluk hidup lainnya.

Lingkungan menyediakan sumber daya alam bagi kebutuhan hidup manusia. Sumber daya alam tersebut meliputi sumber daya alam biotik maupun sumber daya alam abiotik. Sumber daya alam tersebut tersebar di berbagai tempat, baik di darat, udara dan laut. Salah satu tempat persebaran sumber daya alam di darat adalah hutan. Hutan merupakan kumpulan pepohonan yang tumbuh rapat beserta tumbuhan-tumbuhan memanjat dengan bunga yang beraneka warna yang berperan penting bagi kehidupan di bumi ini (Arief, A., 2001: 11). Sebagai salah satu sumber daya alam yang dapat dimanfaatkan untuk memenuhi kebutuhan manusia, manfaat hutan dapat dibedakan menjadi dua, yaitu manfaat *tangible* (langsung/nyata) dan manfaat *intangible* (tidak langsung/tidak nyata). Manfaat *tangible* atau manfaat langsung hutan antara lain: kayu, hasil hutan ikutan, dan lain-lain. Sedangkan manfaat *intangible* atau manfaat tidak langsung hutan antara lain : pengaturan tata air, rekreasi, pendidikan, kenyamanan lingkungan, dan lain-lain (Affandi&Patana, 2002).

Begitu besarnya manfaat yang ada pada hutan maka manusia harus mengelola dan melestarikan hutan dengan baik. Manusia wajib melakukan pengelolaan hutan yang bertujuan untuk melakukan konservasi hutan. Konservasi hutan menjadi pertimbangan dalam pembangunan berkelanjutan. Pembangunan berkelanjutan dapat berhasil dengan berpedoman pada eko-efisiensi. Pembangunan berkelanjutan tersebut dapat berjalan dengan baik tanpa merusak sumber daya alam yang ada sehingga sumber daya alam yang ada pada hutan dapat lestari. Namun pada kenyataan banyak ditemukan permasalahan kerusakan hutan. Permasalahan yang terjadi antara lain *deforestasi* atau penggundulan hutan, kebakaran hutan, pencemaran ekosistem pada hutan, dan lain sebagainya.

Menurut Undang-Undang No.23 tahun 1997, pengelolaan lingkungan hidup (hutan) adalah upaya terpadu untuk melestarikan fungsi lingkungan hidup (hutan) yang meliputi kebijaksanaan penataan, pemanfaatan, pengembangan, pemeliharaan, pemulihan, pengawasan, dan pengendalian lingkungan hidup

(hutan). Sedangkan menurut Undang-Undang No. 32 tahun 2009 tentang Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup adalah upaya sistematis dan terpadu yang dilakukan untuk melestarikan fungsi lingkungan hidup (hutan) dan mencegah terjadinya pencemaran dan/atau kerusakan lingkungan hidup (hutan) yang meliputi perencanaan, pemanfaatan, pengendalian, pemeliharaan, pengawasan, dan penegakan hukum. Pendekatan atau instrumen dalam pengelolaan lingkungan hidup (hutan) adalah Ekologi, Teknologi, Ekonomi, Agama dan Ideologi, Sosial Budaya, **Pendidikan**, serta Hukum atau Peraturan. Pendekatan atau instrumen dalam pengelolaan lingkungan hidup (hutan) adalah pendidikan. Melalui pendidikan, guru dapat mengajarkan cara mengelola lingkungan hidup kepada siswa sehingga diharapkan pola pikir dan sikap peduli lingkungan hidup siswa menjadi lebih baik.

Masalah yang diangkat dalam artikel ini adalah “Apa pemikiran siswa terhadap konservasi hutan dalam pembelajaran biologi berbasis proyek sehingga dapat meningkatkan kreativitas dan kepedulian siswa pada lingkungan?”. Kemudian tujuan dari artikel ini untuk mengeksplorasi Pemikiran Siswa terhadap Konservasi Hutan dalam Pembelajaran Biologi Berbasis Proyek untuk Meningkatkan Kreativitas dan Kepedulian pada Lingkungan. Manfaat dari penulisan artikel ini adalah untuk menyampaikan informasi akan pemikiran siswa terhadap konservasi hutan dalam pembelajaran biologi berbasis proyek sehingga meningkatkan kreativitas dan kepedulian pada lingkungan.

PEMBAHASAN

Konservasi Hutan

Manusia melakukan pengelolaan lingkungan hidup untuk melestarikan fungsi lingkungan hidup atau konservasi lingkungan hidup. Konservasi secara harafiah berasal dari bahasa Inggris *Conservation* yang artinya pelestarian atau perlindungan. Konservasi mengandung makna pokok melestarikan sistem-sistem penunjang kehidupan, yaitu menjaga proses-proses ekologi agar bumi ini cocok untuk kehidupan, termasuk mengatur iklim, membersihkan udara, mengatur aliran

air, mendaur ulang unsur-unsur esensial, menciptakan dan meregenerasi tanah, dan memungkinkan ekosistem memperbarui diri. Menurut Undang-Undang No.32 Tahun 2009, pelestarian fungsi lingkungan hidup (konservasi) adalah rangkaian upaya untuk memelihara kelangsungan daya dukung dan daya tampung lingkungan hidup. Daya dukung lingkungan hidup adalah kemampuan lingkungan hidup untuk mendukung perikehidupan manusia, makhluk hidup lain, dan keseimbangan antarkeduanya. Daya tampung lingkungan hidup adalah kemampuan lingkungan hidup untuk menyerap zat, energi, dan/atau komponen lain yang masuk atau dimasukkan ke dalamnya.

Konservasi lingkungan yang dilakukan menjadi pertimbangan dalam pembangunan yang berkelanjutan. Manusia akan selalu membutuhkan lingkungan beserta dengan sumber daya di dalamnya. Sumber daya memberikan energi bagi kehidupan. Maka dari itu sebagai makhluk tertinggi dari hierarki kehidupan di alam semesta ini, manusia dengan kecerdasan dan kekuatan yang dimilikinya haruslah bersikap bijaksana dalam segala tindakan yang manusia ambil untuk memanfaatkan sumber daya alam yang ada. Pembangunan berkelanjutan yang baik dan terarah akan memberikan keuntungan kepada semua makhluk yang ada di alam semesta ini tidak hanya memberikan keuntungan kepada manusia.

Hutan yang merupakan bagian dari lingkungan juga harus dilestarikan atau bisa disebut konservasi hutan. Konservasi yang dilakukan pada hutan oleh manusia akan memelihara kelangsungan daya dukung dan daya tampung hutan. Kawasan hutan ini memiliki ciri khas tertentu yang diperuntukan bagi perlindungan alam, pengawetan jenis-jenis flora dan fauna, wisata alam dan keperluan ilmu pengetahuan. Salah satu pemanfaatan hutan sebagai keperluan ilmu pengetahuan dapat dilakukan dengan cara melakukan pembelajaran biologi berbasis proyek “konservasi hutan”.

Pembelajaran Biologi Berbasis Proyek “Konservasi Hutan”

Dibutuhkan cara untuk mendukung konservasi hutan itu sendiri dari dunia pendidikan. Dengan mengenalkan konservasi hutan dan menggabungkannya

dalam pembelajaran biologi pada siswa maka diharapkan siswa memiliki sikap peduli terhadap permasalahan yang ada di lingkungan, khususnya hutan.

Model pembelajaran berbasis proyek (*project based learning*) merupakan pembelajaran yang menghasilkan proyek dari permasalahan-permasalahan yang didapat dan dilakukan solusi yang sesuai dengan pemikiran siswa dan bisa membantu guru untuk mengelola pembelajaran di kelas dengan melibatkan kerja proyek. Penerapan *project based learning* (PjBL) dalam pembelajaran sains membentuk sikap dan perilaku peduli terhadap lingkungan (Kılınç, 2010), keterampilan proses sains (Özer dan Özkan, 2012), dan pembelajaran yang efektif (Cook et al, 2012; Movahedzadeh et al, 2012). Menurut Endah Murniati (2012: 2), potensi kreatif siswa dapat dikembangkan dengan mewujudkan iklim belajar dan mengajar yang konstruktif sehingga muncul gagasan-gagasan baru. Oleh karena itu para guru mempunyai kewajiban untuk menciptakan iklim belajar dan mengajar yang konstruktif kepada siswanya. Suasana belajar dan mengajar yang konstruktif dapat diterapkan pada mata pelajaran biologi yaitu melalui pembelajaran biologi berbasis proyek “konservasi hutan”. Dari penjelasan di atas diharapkan pembelajaran berbasis proyek “konservasi hutan” dapat meningkatkan kreativitas dan kepedulian siswa pada lingkungan.

A. Prinsip Pembelajaran Biologi Berbasis Proyek “Konservasi Hutan”

Pembelajaran biologi berbasis proyek “konservasi hutan” pada prinsipnya mengacu pada model pembelajaran *Project Based Learning* (PjBL) yang sudah ada. Menurut Thomas (2000: 1), *Project Based Learning* (PjBL) adalah model pembelajaran yang mengorganisasi kelas dalam sebuah proyek. Menurut *George Lucas Educational Foundation* (2005) mendefinisikan pendekatan pembelajaran yang dinamis di mana siswa secara aktif mengeksplorasi masalah di dunia nyata, memberikan tantangan, dan memperoleh pengetahuan yang lebih mendalam (hlm.1). Berdasarkan beberapa definisi para ahli, dapat ditarik kesimpulan bahwa PjBL adalah model pembelajaran yang memberikan pengetahuan yang didapat oleh siswa melalui pembelajaran nyata dengan menyelesaikan proyek yang

didapat oleh siswa mandiri dengan mengeksplor dan mencari solusi dari permasalahan yang didapat.

Pembelajaran berbasis proyek merupakan model belajar yang menggunakan masalah sebagai langkah awal dalam mengumpulkan dan mengintegrasikan pengetahuan baru berdasarkan pengalamannya dalam beraktifitas secara nyata. Melalui *PjBL*, proses *inquiry* dimulai dengan memunculkan pertanyaan penuntun (*a guiding question*) dan membimbing siswa dalam sebuah proyek kolaboratif yang mengintegrasikan berbagai subjek (materi) dalam kurikulum. *PjBL* merupakan investigasi mendalam tentang sebuah topik dunia nyata, hal ini akan berharga bagi atensi dan usaha siswa (Kemdikbud dalam Jaka Afriana, 2014, hlm. 33). Berdasarkan hal di atas, pembelajaran biologi berbasis proyek “konservasi hutan” menggunakan permasalahan yang ada di hutan. Permasalahan tersebut antara lain seperti deforestasi hutan, kebakaran hutan, dan pencemaran tanah serta air di kawasan hutan, dll.

B. Keutamaan Pembelajaran Biologi Berbasis Proyek “Konservasi Hutan”

Keutamaan pembelajaran biologi berbasis proyek “konservasi hutan” mengacu pada karakteristik PjBL dan sintaks pembelajaran PjBL. Karakteristik PjBL menurut Thomas (2000) serta Kemdikbud (dalam Jaka Afriana, 2015) , antara lain: 1) *The project are central, not peripheral to the curriculum*. Kriteria ini memiliki dua *corollaries*. Pertama, proyek merupakan kurikulum. Kedua, keterpusatan yang berarti jika siswa belajar sesuatu di luar kurikulum, maka tidaklah dikategorikan sebagai PjBL, 2) Proyek PjBL difokuskan pada pertanyaan atau problem yang mendorong siswa mempelajari konsep-konsep dan prinsip-prinsip inti atau pokok dari mata pelajaran. Proyek biasanya dilakukan dengan pengajuan pertanyaan-pertanyaan yang belum bisa dipastikan jawabannya (*ill-defined problem*). Proyek dalam PjBL dapat dirancang secara tematik, atau gabungan topik-topik dari dua atau lebih mata pelajaran, 3) Proyek melibatkan siswa pada penyelidikan konstruktivisme. Aktivitas inti dari proyek harus

melibatkan transformasi dan konstruksi dari pengetahuan (pengetahuan atau keterampilan baru) pada pihak siswa, 4) *Project are student-driven to some significant degree*. Inti proyek bukanlah berpusat pada guru, berupa teks aturan atau sudah dalam bentuk paket tugas. PjBL lebih mengutamakan kemandirian, pilihan, waktu kerja yang tidak bersifat kaku, dan tanggung jawab siswa dari pada proyek tradisional dan pembelajaran tradisional, dan 5) Proyek adalah realistis, tidak *school-like*. PjBL melibatkan tantangan-tantangan kehidupan nyata, berfokus pada pertanyaan atau masalah autentik (bukan simulatif), dan pemecahannya berpotensi untuk diterapkan di lapangan yang sesungguhnya.

Kemudian sintaks PjBL yang dapat diacu oleh guru untuk tema konservasi hutan adalah sintaks yang dikembangkan oleh dua ahli, *The George Lucas Education Foundation* dan Dooplet. Sintaks PJBL (Jaka Afriana 2015), yaitu :

Tabel Sintaks PjBL (dikembangkan oleh dua ahli) dan sintaks pembelajaran biologi berbasis proyek “konservasi hutan”

No.	Fase	Sintaks PJBL	Tahapan pembelajaran biologi berbasis proyek “konservasi hutan”
1.	Penentuan pertanyaan mendasar (<i>start with essential question</i>)	Pembelajaran dimulai dengan pertanyaan esensial, yaitu pertanyaan yang dapat memberi penugasan siswa dalam melakukan suatu aktivitas. Pertanyaan disusun dengan mengambil topik yang sesuai dengan realitas dunia nyata dan	Pembelajaran dimulai dengan pertanyaan esensial. Pertanyaan disusun dengan topik konservasi hutan yang sesuai dengan realitas dunia nyata dan dimulai dengan sebuah investigasi

		dimulai dengan sebuah mendalam. investigasi mendalam. Pertanyaan yang disusun hendaknya tidak mudah untuk dijawab dan dapat mengarahkan siswa untuk membuat proyek. Pertanyaan seperti itu pada umumnya bersifat terbuka.	
2.	Menyusun perencanaan proyek (<i>design project</i>)	Perencanaan dilakukan secara kolaboratif antara guru dan siswa. Dengan demikian siswa diharapkan akan merasa “memiliki” atas proyek tersebut. Perencanaan berisi tentang aturan main, pemilihan kegiatan yang dapat mendukung dalam menjawab pertanyaan penting, dengan cara mengintegrasikan berbagai materi yang mungkin, serta mengetahui alat dan bahan yang dapat diakses untuk membantu penyelesaian proyek.	Perencanaan pembelajaran dilakukan secara kolaboratif antara guru dan siswa, memilih kegiatan dengan cara mengintegrasikan materi konservasi hutan serta mengetahui alat dan bahan yang dapat diakses untuk menyelesaikan pembelajaran berbasis proyek konservasi hutan.

3.	Menyusun jadwal (<i>create schedule</i>)	Guru dan siswa secara kolaboratif menyusun jadwal kegiatan dalam menyelesaikan proyek. Aktivitas pada tahap ini antara lain: (1) membuat jadwal untuk menyelesaikan proyek, (2) menentukan waktu akhir penyelesaian proyek, (3) membawa siswa agar merencanakan cara yang baru, (4) membimbing siswa ketika mereka membuat cara yang tidak berhubungan dengan proyek, dan (5) meminta siswa untuk membuat penjelasan (alasan) tentang cara pemilihan waktu. Jadwal yang telah disepakati harus disetujui bersama agar guru dapat melakukan <i>monitoring</i> kemajuan belajar dan pengerjaan proyek di luar kelas.	Secara kolaboratif menyusun jadwal kegiatan dalam menyelesaikan proyek. Jadwal yang telah disepakati harus disetujui bersama agar guru dapat melakukan <i>monitoring</i> kemajuan belajar dan pengerjaan proyek di luar kelas.
4.	Memantau siswa dan	Guru bertanggung jawab untuk memantau kegiatan	Memantau kegiatan selama menyelesaikan

	kemajuan proyek (<i>monitoring the students and progress of project</i>)	siswa menyelesaikan proyek. Pemantauan dilakukan dengan cara memfasilitasi siswa pada setiap proses. Dengan kata lain guru berperan menjadi mentor bagi aktivitas siswa. Agar mempermudah proses pemantauan, dibuat sebuah rubrik yang dapat merekam keseluruhan kegiatan yang penting.	selama proyek dengan cara memfasilitasi pada setiap proses kegiatan yaitu dibuat sebuah rubrik yang dapat merekam keseluruhan kegiatan yang penting.
5.	Penilaian hasil (<i>assess the outcome</i>)	Penilaian dilakukan untuk membantu guru dalam mengukur ketercapaian standar kompetensi, berperan dalam mengevaluasi kemajuan masing-masing siswa, memberi umpan balik tentang tingkat pemahaman yang sudah dicapai siswa, membantu guru dalam menyusun strategi pembelajaran berikutnya.	Penilaian dilakukan untuk mengukur ketercapaian standar kompetensi, berperan dalam mengevaluasi kemajuan masing-masing dari segi kreatifitas dan sikap peduli lingkungan, memberi umpan balik dan membantu dalam menyusun strategi pembelajaran berikutnya.
6.	Evaluasi pengalaman (<i>evaluation</i>)	Pada akhir proses pembelajaran, guru dan siswa melakukan refleksi	Melakukan refleksi terhadap kegiatan dan hasil proyek yang sudah

<i>the</i>	terhadap kegiatan dan hasil	dijalankan	dengan
<i>experience</i>)	proyek yang sudah	mengembangkan	diskusi
	dijalankan. Proses refleksi	dalam	rangka
	dilakukan baik secara	memperbaiki	kinerja
	individu maupun	selama	proses
	kelompok. Pada tahap ini	pembelajaran, sehingga	
	siswa diminta untuk	pada akhirnya ditemukan	
	mengungkapkan perasaan	suatu temuan baru (<i>new</i>	
	dan pengalamannya selama	<i>inquiry</i>) untuk menjawab	
	menyelesaikan proyek.	permasalahan yang	
	Guru dan siswa	diajukan pada tahap	
	mengembangkan diskusi	pertama pembelajaran.	
	dalam rangka memperbaiki		
	kinerja selama proses		
	pembelajaran, sehingga		
	pada akhirnya ditemukan		
	suatu temuan baru (<i>new</i>		
	<i>inquiry</i>) untuk menjawab		
	permasalahan yang		
	diajukan pada tahap		
	pertama pembelajaran.		

Berdasarkan kelima karakteristik dan keenam sintaks tersebut dalam melaksanakan pembelajaran biologi berbasis proyek “konservasi hutan” guru harus mengacu pada karakteristik dan sintaks yang ada. Sehingga pembelajaran yang ada dapat berjalan dengan lancar dan memberikan hasil pembelajaran yang baik bagi siswa, khususnya kreatifitas dan sikap peduli lingkungan siswa.

C. Manfaat Pembelajaran Biologi Berbasis Proyek “Konservasi Hutan”

Manfaat pembelajaran biologi berbasis proyek konservasi hutan mengacu pada pernyataan yang disampaikan Moursund (1997, dalam Wena, 2013, hlm 147) dan Kemdikbud (2014, hlm. 33), beberapa manfaat penggunaan PjBL adalah: 1) *Increased motivation*, 2) *Increased problem-solving ability*, 3) *Increased collaborative*, 4) *Improved library research skills* 5) *Increased resource-management skills*, 6) Memberikan kesempatan belajar bagi siswa untuk berkembang sesuai kondisi dunia nyata, 7) Meningkatkan kemampuan berpikir, dan 8) Membuat suasana belajar menjadi menyenangkan.

Pada penelitian yang dilakukan oleh Rini Astuti (2015:39) tentang pengaruh PjBL terhadap peningkatan kreatifitas, menunjukkan bahwa setelah implementasi pembelajaran di luar kelas berbasis proyek (PjBL) keterampilan berpikir kreatif menunjukkan peningkatan karena guru merancang suatu proses pembelajaran yang dimulai dari masalah kontekstual. Kemudian pada penelitian yang dilakukan oleh Timutiasari, Al-Muhdar, & Suhadi (2016 : 1190) tentang pembelajaran berbasis proyek berbantuan modul untuk mengembangkan sikap peduli lingkungan dan keterampilan proses sains siswa, menunjukkan adanya perkembangan siswa dalam aspek sikap dan keterampilan melalui kegiatan pembelajaran berbasis proyek berbantuan modul program KRPL. Berdasarkan manfaat PjBL tersebut maka diharapkan pembelajaran berbasis proyek “konservasi hutan” diharapkan mampu meningkatkan kreatifitas dan sikap peduli lingkungan siswa.

PENUTUP

Dengan adanya pembahasan dan penjelasan dari jurnal ini maka diperlukannya Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup yang menjadi upaya sistematis dan terpadu yang kita lakukan untuk melestarikan fungsi lingkungan hidup (hutan) dan mencegah terjadinya pencemaran dan/atau kerusakan lingkungan hidup (hutan) yang meliputi perencanaan, pemanfaatan, pengendalian, pemeliharaan, pengawasan, dan penegakan hukum. Pendekatan atau instrumen dalam pengelolaan lingkungan hidup (hutan) salah satunya adalah

Pendidikan, melalui pendidikan, guru dapat mengajarkan cara mengelola lingkungan hidup kepada siswa sehingga diharapkan pola pikir dan sikap peduli lingkungan hidup siswa menjadi lebih baik. Salah satu pemanfaatan hutan sebagai keperluan ilmu pengetahuan dapat dilakukan dengan cara melakukan pembelajaran biologi berbasis proyek “konservasi hutan”. Model pembelajaran berbasis proyek (*project based learning*) merupakan model pembelajaran yang memberikan pengetahuan yang didapat oleh siswa melalui pembelajaran nyata dengan menyelesaikan proyek yang didapat oleh siswa mandiri dengan mengeksplor dan mencari solusi yang sesuai dengan hasil pemikiran siswa dari permasalahan yang didapat. Dengan mengenalkan konservasi hutan dan menggabungkannya dalam pembelajaran biologi berbasis proyek “konservasi hutan” pada siswa maka diharapkan siswa memiliki sikap peduli terhadap permasalahan yang ada di lingkungan, khususnya hutan dan dapat menjadi pengetahuan bagi yang membaca sehingga dapat diterapkan pada pembelajaran biologi bagi guru-guru yang mengampu mata pelajaran biologi untuk menjadikan pendidikan sebagai pengetahuan tentang lingkungan terutama dalam konservasi lingkungan dunia, mengajarkan kepada siswa agar bisa sama-sama mengkonservasi lingkungan dimulai dari sejak dini dan menanamkan sikap peduli lingkungan serta bisa berkreatifitas.

DAFTAR PUSTAKA

- Afiana, J. (2015). *Project Based Learning (PJBL)*. Diunduh <https://www.researchgate.net/publication/289526009> tanggal 06 november 2016 jam 13:59
- Affandi, O., Patana, P. (2002). Perhitungan Nilai Ekonomi Pemanfaatan Hasil Hutan *Non-marketable* oleh Masyarakat Desa Sekitar Hutan (Studi Kasus Cagar Alam Ilmu Kehutanan – Universitas Sumatera Utara. Tidak diterbitkan. Hal 1-21. Kecamatan Sibual-buali, Kecamatan Sipirok, Tapanuli Selatan). Laporan Penelitian. Progr
-

- Arief, A. (2001). *Hutan dan Kehutanan*. Yogyakarta: Kanisius
- Astuti, R.(2015).Meningkatkan Kreativitas Siswa dalam Pengolahan Limbah Menjadi *Trash Fashion* Melalui PjBL.*BIOEDUKASI*. Volume 8, Nomor 2, Halaman 37-41.
- Cook, et al. (2012). Preparing Biology Teachers to Teach Evolution in a Project-Based Approach. *Winter* vol. 21 no. 2 : 18-30
- Departemen Kehutanan dan Perkebunan, (1999). *Panduan Kehutanan Indonesia*. Jakarta. Hal 1-2.
- Doppelt, Y. (2005). *Assessment of Project-Based Learning in a MECHATRONICS Context*. *Journal of Technology Education* Vol. 16 No. 2. Diunduh <http://scholar.lib.vt.edu/ejournals/JTE/v16n2/pdf/doppelt.pdf/> tanggal 06 november 2016 jam 10:55
- Dooplet, Y. (2003). *Implementation and Assessment of Project-Based Learning in a Flexible Environment*. Diunduh <http://cedu521-k-f07.pbworks.com/f/Implementation+and+Assessment+of+ProjectBased+Learning+in+a+Flexible+Environment.pdf/> tanggal 06 november 2016 jam 11:44
- Endyah, M. (2012). *Penddidikan & Bimbingan Anak Kreatif*. Yogyakarta: PT. Pustaka Insan Madani.
- George Lucas Educational Foundation. (2014). *Project Based Learning vs. Problem-Based Learning vs. X-BL* [Online]. Diakses dari <https://www.edutopia.org/blog/pbl-vs-pbl-vs-xbl-john-larmer> pada tanggal 10 november 2016.
- Klinic, A. (2010). *Can Project-Based Leraning Close the Gap? Turkish Student Teacgers and Proenvironmental behaviours*. *International Journal of Environmental & Science Education* vol 5: 495-509.
- Lindawati. _____. *Penerapan Model Pembelajaran Project Based Learning Untuk Meningkatkan Kreativitas Siswa Man I Kebumen*. Radiasi. Vol.3. No. 1. [http:// download. portalgaruda.org/ article. php? article=97636&val=614/](http://download.portalgaruda.org/article.php?article=97636&val=614/) diakses tanggal 06 november 2016 jam 11:41.

- Movahedzadeh, et al. (2012). *Project-Based Learning to Promote Effective Learning in Biotechnology Courses*. Education Research International vol 2012: 1-8
- Özer, D., Z., & Özkan, M. (2012). The Effect of the Project Based Learning on the Science Process Skills of the Prospective Teachers of Science. *Journal of Turkish Science Education* Vol 9 Issue 3 : 131-136.
- Thomas, J.W. (2000). *A Review of Research on Project Based Learning*. California : The Autodesk Foundation.
- Timutiasari, B., Al-Muhdar, Mimien H.I., & Suhadi.(2016). Pembelajaran Berbasis Proyek Berbantuan Modul Program KRPL untuk Mengembangkan Sikap Peduli Lingkungan dan Keterampilan Proses Sains Siswa SD Islam moh. Hatta Malang.*Jurnal Pendidikan:Teori, Penelitian, dan Pengembangan*.Volume: 1, Nomor 6, Bulan Juni tahun 2016, Hal. 1185-1190 [versi elektronik].
- Undang-undang Nomor 23 tentang Pengelolaan Lingkungan Hidup*.(1997).Jakarta:BKPRN.
- Undang-undang Republik Indonesia Nomor 32 tentang Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup*.(2009). Jakarta: BKHH LIPI.
- Yahya. N. (2014). *Model Pembelajaran Berbasis Proyek Berbantuan Media Kultur Jaringan Untuk Meningkatkan Aktivitas Dan Kreativitas Siswa Kelas Xii Ipa2 Sma Negeri 1 Bangsri*.
file:///C:/Users/User%20ajadeh/Downloads/3115-6717-1-SM.pdf/
tanggal 06 november 2016 jam 11:40

KONSERVASI PENYU DI PESISIR BANTUL SEBAGAI SUMBER BELAJAR BIOLOGI

Ratna Prabawati, Rikhanah Fitriani, Novia Linda Prayitno

Pendidikan Biologi, Program Pascasarjana Universitas Negeri Yogyakarta
ratnaprabawati58@gmail.com

Abstrak

Penyu telah mengalami penurunan jumlah populasi, beberapa spesies terancam kepunahan. Kepunahan penyu disebabkan faktor alam maupun aktivitas manusia. Hewan yang termasuk dalam filum Chordata, dilindungi dengan kategori appendix I-CITES (*Convention on International Trade of Endangered Species of Wild Fauna and Flora*), yang artinya merupakan jenis yang terancam kepunahan dan tidak boleh diperdagangkan secara internasional. Konservasi merupakan salah satu upaya kegiatan yang diharapkan dapat mencegah punahnya habitat penyu karena predator alami maupun manusia. Salah satu wilayah konservasi penyu di Yogyakarta adalah di Pantai Goa Cemara Bantul. Tujuan kajian artikel ini yaitu sebagai informasi sumber belajar bagi peserta didik, terutama dalam upaya konservasi dan peduli lingkungan karena penyu terancam punah. Rancangan atau desain yang digunakan adalah pendekatan observasi. Teknik yang pengumpulan data dalam kajian ini menggunakan metode observasi dan wawancara. Teknik analisis data yang digunakan deskripsi kualitatif. Hasil observasi menunjukkan jenis penyu yang terdapat di kawasan Pantai Goa Cemara adalah Penyu hijau (*Chelonia mydas*), Penyu sisik (*Eretmochelys imbricata*), Penyu lekang (*Lepidochelys olivacea*). Berdasarkan kajian yang dilakukan, kajian konservasi penyu di pesisir bantul mempunyai potensi sebagai sumber belajar biologi.

Kata Kunci : Konservasi, Penyu, Sumber Belajar Biologi

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Di dunia ada 7 jenis penyu dan 6 diantaranya terdapat di Indonesia. Jenis penyu yang ada di Indonesia adalah Penyu hijau (*Chelonia mydas*), Penyu sisik (*Eretmochelys imbricata*), Penyu lekang (*Lepidochelys olivacea*), Penyu belimbing (*Dermochelys coriacea*), Penyu pipih (*Natator depressus*) dan Penyu tempayan (*Caretta caretta*). Penyu belimbing adalah penyu yang terbesar dengan ukuran

panjang badan mencapai 2,75 meter dan bobot 600 - 900 kilogram. Sedangkan penyu terkecil adalah penyu lekang, dengan bobot sekitar 50 kilogram.

Semua jenis penyu laut di Indonesia telah dilindungi berdasarkan Peraturan Pemerintah (PP) Nomor 7 tahun 1999 tentang Pengawetan Jenis Tumbuhan dan Satwa. Ini berarti segala bentuk perdagangan penyu baik dalam keadaan hidup, mati maupun bagian tubuhnya itu dilarang. Menurut Undang Undang No 5 tahun 1990 tentang Konservasi Sumber Daya Alam Hayati dan Ekosistemnya pelaku perdagangan (penjual dan pembeli) satwa dilindungi seperti penyu itu bisa dikenakan hukuman penjara 5 tahun dan denda Rp 100 juta. Pemanfaatan jenis satwa dilindungi hanya diperbolehkan untuk kepentingan penelitian, ilmu pengetahuan dan penyelamatan jenis satwa yang bersangkutan.

Berdasarkan ketentuan CITES (*Convention on International Trade in Endangered Species of Wild Flora and Fauna*), semua jenis penyu laut telah dimasukkan dalam appendix I yang artinya perdagangan internasional penyu untuk tujuan komersil juga dilarang. Badan Konservasi dunia IUCN memasukan penyu sisik ke dalam daftar spesies yang sangat terancam punah. Sedangkan penyu hijau, penyu lekang, dan penyu tempayan digolongkan sebagai terancam punah.

Ancaman terhadap penyu adalah perdagangan baik dalam bentuk daging, telur ataupun bagian tubuhnya. Penyu yang sering diperdagangkan dagingnya adalah jenis penyu hijau. Perdagangan daging penyu ini masih terjadi di Pulau Bali. Sedangkan jenis penyu yang sering diambil karapas sisiknya untuk dibuat cinderamata adalah penyu sisik. Pencemaran laut oleh minyak dan sampah plastik juga menjadi ancaman bagi kelestarian penyu.

Daerah Istimewa Yogyakarta merupakan satu daerah penting di selatan Pulau Jawa. Selama ini orang mengenalnya sebagai kawasan budaya dan pendidikan. Sebagian kecil mengenalnya sebagai daerah agraris penting. Memang, selama ini persepsi masyarakat banyak tentang keadaan pesisir dan laut di DIY cenderung hanya dari segi budaya. Orang banyak mengenal parangtritis, parangkusumo dengan budaya mistisnya. Dilain pihak, destinasi pariwisata di pantai pasir putih di Gunung Kidul. Berbagai upaya yang dilakukan kabupaten dalam

wilayah Daerah Istimewa Yogyakarta, seperti Bantul. Kabupaten Bantul terletak antara 07° 44' 04" – 08° 00' 27" LS dan 110° 12' 34" – 110° 31' 08" BT. Kabupaten Bantul terletak di sebelah Selatan Provinsi Daerah Istimewa Yogyakarta dengan batas wilayah administrasi sebagai berikut: Sebelah Utara: Kota Yogyakarta dan Kabupaten Sleman, Sebelah Selatan: Samudera Indonesia, Sebelah Timur: Kabupaten Gunungkidul, Sebelah Barat: Kabupaten Kulonprogo.

Kabupaten Bantul telah merencanakan kawasan gumuk pasir Parangkusumo, kawasan mangrove di Baros, Kecamatan Kretek dan Kawasan konservasi Penyu. Terdapat empat titik konservasi penyu di pesisir selatan Bantul, yakni di Pantai Pelangi, Pantai Samas, Pantai Baru dan Pantai Goa Cemara. Konservasi penyu di Pantai Goa Cemara di kelola oleh kelompok warga yang bernama Mino Raharjo. Kegiatan utama dari kelompok ini adalah penemuan sarang, penetasan telur penyu dan pelepasan tukik (anakan penyu) ke laut.

Upaya kegiatan konservasi/pelestarian penyu yang terancam punah sangat perlu dilakukan untuk menjaga populasi penyu. Selain untuk menjaga populasi penyu agar tetap ada. Oleh karena itu dilakukan kajian tentang konservasi penyu di pesisir Bantul khususnya yang berada di pantai Goa cemara.

B. Rumusan Masalah

Rumusan masalah pada kajian artikel ini adalah bagaimanakah konservasi penyu di pesisir pantai daerah Bantul ?

C. Tujuan Rumusan Masalah

Tujuan dari kajian ini adalah untuk mengetahui konservasi penyu di pesisir pantai daerah Bantul.

D. Manfaat

Kajian artikel ini diharapkan dapat melestarikan penyu yang semakin langka di alam serta dapat memberi informasi kepada dosen, guru, dan peserta didik sebagai sumber belajar ataupun media pembelajaran

E. Pembahasan

Kajian tentang konservasi penyu di Pantai Goa Cemara berada di desa Gadingsari kecamatan sanden. Secara astronomis desa Gadingsari terletak di 7⁰

57°5' LS sampai 8° 0'11" LS dan 110° 14'20" BT sampai 110° 16'08" BT. Dengan batas wilayah sebelah utara berbatasan dengan desa Caturharjo, kecamatan Pandak, sebelah timur berbatasan dengan desa Murtigading dan Gadingharjo kecamatan Sanden, sebelah selatan berbatasan dengan Samudera Indonesia, dan sebelah barat berbatasan dengan desa Poncosari kecamatan Srandakan. Karena pantai goa cemara berbatasan dengan samudera Indonesia di bagian selatan, sehingga menjadi salah satu tempat singgah penyu untuk bertelur.

Jenis penyu yang ditemukan mendarat di pantai goa cemara sebanyak tiga dari enam jenis penyu yang ada di Indonesia yakni Penyu hijau (*Chelonia mydas*), Penyu sisik (*Eretmochelys imbricata*), Penyu lekang (*Lepidochelys olivacea*), Tetapi penyu lekang (*Lepidochelys olivacea*) lebih mendominasi dibanding kedua penyu lain yang mendarat di pantai Goa cemara.

Penemuan sarang perdana di pantai Goa Cemara terdapat pada tanggal 9 Agustus 2010 dengan ditemukannya telur penyu lekang sejumlah 84 butir, ditetaskan pada 23 September 2010 serta dilepaskan 27 ekor seminggu kemudian. Periode kedua ditemukan pada 7 Mei 2011 (Lekang, 114 butir ditetaskan pada 24 Juni 2011 (89) dan dilepaskan pada 26 Juli 2011. Pada 16 Juni 2011 ditemukan 100 butir penyu lekang, tertetaskan 76 ekor tukik pada 4 Agustus 2011 dan dilepaskan pada tanggal 5 Agustus 2011. Penyu hijau pertama kali dilaporkan mendarat pada 21 Juni 2011 sebanyak 100 butir, ditetaskan 87 ekor pada 6 Agustus 2011 dan dilepaskan sehari kemudian. Penemuan telur terbanyak terdapat pada 13 Juli 2011 dengan ditemukannya 120 butir, 66 diantaranya ditetaskan pada 2 September 2011 dan dilepaskan 3 hari kemudian. Periode penemuan terakhir terdapat pada tanggal 16 Juli 2011 dengan ditemukannya 108 butir , 43 diantaranya ditetaskan pada 6 September 2011 dan dilepaskan ke laut pada 7 September 2011.

Sepanjang tahun 2012, Kelompok ini mencatat jumlah telur total yang ditemukan sebanyak 1.787 butir. Penemuan ini tercatat pada periode 8 – 29 Juni, 1 – 19 Juli dan 9 – 18 Agustus. Satu jumlah yang signifikan mengingat pada Tahun 2011 lalu kelompok “hanya” menemukan 542 butir telur dengan 361 (66,61 %) diantaranya dilepaskan sebagai tukik. Tahun 2014 kelompok konservasi penyu

Mino Raharjo menemukan 28 sarang penyu, dan setiap sarang terdapat 80-100 telur penyu. Sampai tahun 2015 sudah 8.000 telur penyu diselamatkan.

1. Morfologi Penyu

Identifikasi jenis penyu dapat dilakukan berdasarkan pada hal-hal berikut : Bentuk luar (morfologi), tanda-tanda khusus pada karapas, jejak dan ukuran sarang (diameter dan kedalaman sarang) serta kebiasaan bertelur, pilihan habitat peneluran. Identifikasi penyu berdasarkan bentuk luar (morfologi) setiap jenis. Berikut ini identifikasi penyu berdasarkan morfologi pada Penyu hijau (*Chelonia mydas*), Penyu sisik (*Eretmochelys imbricata*), Penyu lekang (*Lepidochelys olivacea*):

a. Penyu Hijau (*Chelonia mydas*)



Tampak samping



tampak atas

Karapaks berbentuk oval, berwarna kuning keabu-abuan, tidak meruncing dipunggung depan, kepala bundar.

b. Penyu Sisik (*Eretmochelys imbricata*)



Tampak samping



Tampak atas

Bentuk karapaks seperti jantung, meruncing dipunggung, kepalanya sempit, karapaks berwarna coklat dengan variasi terang mengkilat

c. Penyu Abu-abu /lekan (*Lepidochelys olivacea*)



Tampak samping



Tampak atas

Karapaks berbentuk seperti kubah tinggi, terdiri dari 5 pasang “coastal scutes” dimana disetiap sisi terdiri dari 6-9 bagian. Bagian pinggir karapaks lembut. Karapaks berwarna hijau gelap, dan bagian bawah berwarna kuning. Kepala penyu abu-abu tergolong besar.

2. Bio-ekologi Penyu

a. Reproduksi Penyu

Reproduksi penyu adalah proses regenerasi yang dilakukan penyu dewasa jantan dan betina melalui tahapan perkawinan, peneluran sampai menghasilkan generasi baru (tukik). Tahapan reproduksi penyu dapat dijelaskan sebagai berikut:

1) Perkawinan

Penyu melakukan perkawinan dengan cara penyu jantan bertengger di atas punggung penyu betina. Tidak banyak regenerasi yang dihasilkan seekor penyu, dari ratusan butir telur yang dikeluarkan oleh seekor penyu betina, paling banyak 1–3% yang berhasil mencapai dewasa. Penyu melakukan perkawinan di dalam air laut, terkecuali pada kasus penyu

tempayan yang akan melakukan perkawinan meski dalam penangkaran apabila telah tiba masa kawin.

Pada waktu akan kawin, alat kelamin penyu jantan yang berbentuk ekor akan memanjang ke belakang sambil berenang mengikuti kemana penyu betina berenang. Penyu jantan kemudian naik ke punggung betina untuk melakukan perkawinan. Selama perkawinan berlangsung, penyu jantan menggunakan kuku kakidepan untuk menjepit tubuh penyu betina agar tidak mudah lepas. Kedua penyu yang sedang kawin tersebut timbul tenggelam di permukaan air dalam waktu cukup lama, bisa mencapai 6 jam lebih.

2) Prilaku Peneluran

Ketika akan bertelur penyu akan naik ke pantai. Hanya penyu betina yang datang ke daerah peneluran, sedangkan penyu jantan berada di daerah sub-tidal. Penyu bertelur dengan tingkah laku yang berbeda sesuai dengan spesies masing-masing. Setiap spesies penyu memiliki waktu (*timing*) peneluran yang berbeda satu sama lain. Pada penyu lekang (*Lepidochelys olivacea*) waktu untuk bertelur umumnya pada malam hari pukul 20.00-24.00.

Tahapan bertelur pada berbagai jenis penyu umumnya berpola sama. Tahapan yang dilakukan dalam proses bertelur adalah sebagai berikut:

- a) Penyu menuju pantai, muncul dari hempasan ombak
- b) Naik ke pantai, diam sebentar dan melihat sekelilingnya, bergerak melacak pasir yang cocok untuk membuat sarang. Jika tidak cocok, penyu akan mencari tempat lain.
- c) Menggali kubangan untuk tumpuan tubuhnya (*body pit*), dilanjutkan menggali sarang telur didalam *body pit*.
- d) Penyu mengeluarkan telurnya satu per satu, kadangkala serentak dua sampai tiga telur. Jumlah telur penyu dalam satu periode peneluran menghasilkan 80-100 butir telur. Ekor penyu melengkung ketika bertelur.

- e) Umumnya penyu membutuhkan waktu masing-masing 45 menit untuk menggali sarang dan 10– 20 menit untuk meletakkan telurnya.
 - f) Sarang telur ditimbun dengan pasir menggunakan sirip belakang, lalu menimbun kubangan(*body pit*) dengan ke empat kakinya.
 - g) Membuat penyamaran jejak untuk menghilangkan lokasi bertelurnya.
 - h) Kembali ke laut, menuju deburan ombak dan menghilang diantara gelombang. Pergerakan penyu ketika kembali ke laut ada yang bergerak lurus atau melalui jalan berkelok-kelok.
 - i) Penyu betina akan kembali ke ruaya pakannya setelah musim penetasan berakhir, dan tidak akan bertelur lagi untuk 2 – 8 tahun mendatang
- 3). Proses penetasan
- Penyu di pantai Goa cemara bertelur pada bulan mei-agustus. Pada bulan tersebut petugas konservasi akan berpatroli setiap malam untuk memindahkan telur dari sarang dimana telur dikubur kurang lebih sedalam 30 cm oleh induknya ke tempat penetasan yang telah disediakan oleh petugas konservasi. Proses penetasan terjadi dalam kurun waktu kurang lebih 2 bulan. Embrio dalam telur akan menetas menjadi tukik (anak penyu). Tukik akan di lepaskan ke habitat aslinya setelah berusia 3 hari.

b. Habitat bertelur penyu

Pasir merupakan tempat yang mutlak diperlukan untuk penyu bertelur. Habitat penetasan bagi setiap penyu memiliki kekhasan. Umumnya tempat pilihan bertelur merupakan pantai yang luas dan landai serta terletak di atas bagian pantai. Rata-rata kemiringan 30 derajat di pantai bagian atas. Jenis tanaman atau formasi vegetasi pantai yang biasanya terdapat di sepanjang daerah penetasan penyu secara umum dari daerah pantai ke arah daratan adalah sebagai berikut : a) Tanaman Pioner, b) Zonasi jenis-jenis tanaman yang terdiri dari *Hibiscus tiliaceus*, *Gynura procumbens*, dan lainnya, c) Zonasi jenis-jenis tanaman seperti *Hernandia peltata*, *Terminalia catappa*, *Cycas rumphii*, dan

lainnya, d) Zonasi terdalam dari formasi hutan pantai *Callophyllum inophyllum*, *Canavalia ensiformis*, *Cynodondactylon*, dan lainnya.

c. Siklus Hidup

Seluruh spesies penyu memiliki siklus hidup yang sama. Penyu mempunyai pertumbuhan yang sangat lambat dan memerlukan berpuluh-puluh tahun untuk mencapai usia reproduksi. Penyu dewasa hidup bertahun-tahun di satu tempat sebelum bermigrasi untuk kawin dengan menempuh jarak yang jauh (hingga 3000 km) dari ruaya pakan ke pantai peneluran. Pada umur yang belum terlalu diketahui (sekitar 20-50 tahun) penyu jantan dan betina bermigrasi ke daerah peneluran di sekitar daerah kelahirannya.

Perkawinan penyu dewasa terjadi di lepas pantai satu atau dua bulan sebelum peneluran pertama di musim tersebut. Baik penyu jantan maupun betina memiliki beberapa pasangan kawin. Penyu betina menyimpan sperma penyu jantan di dalam tubuhnya untuk membuahi tiga hingga tujuh kumpulan telur (nantinya menjadi 3-7 sarang) yang akan ditelurkan pada musim tersebut. Penyu jantan biasanya kembali ke ruaya pakannya sesudah penyu betina menyelesaikan kegiatan bertelur dua minggu di pantai. Penyu betina akan keluar dari laut jika telah siap untuk bertelur, dengan menggunakan sirip depannya menyeret tubuhnya ke pantai peneluran. Penyu betina membuat kubangan atau lubang badan (*body pit*) dengan sirip depannya lalu menggali lubang untuk sarang sedalam 30-60 cm dengan sirip belakang. Jika pasirnya terlalu kering dan tidak cocok untuk bertelur, si penyu akan berpindah ke lokasi lain.

Penyu mempunyai sifat kembali ke rumah ("*Strong homing instinct*") yang kuat (Clark, 1967, Mc Connaughey, 1974; Mortimer dan Carr, 1987; Naitja, 1991), yaitu migrasi antara lokasi mencari makan (*Feeding grounds*) dengan lokasi bertelur (*breeding ground*). Migrasi ini dapat berubah akibat berbagai alasan, misalnya perubahan iklim, kelangkaan pakan di alam, banyaknya predator termasuk gangguan manusia, dan terjadi bencana alam yang hebat di daerah peneluran, misalnya tsunami.

3. Manfaat Konservasi Penyu

Keberadaan penyu, baik di dalam perairan maupun saat bertelur ketika menuju daerah peneluran banyak mendapatkan gangguan yang menjadi ancaman bagi kehidupannya. Permasalahan-permasalahan yang dapat mengancam kehidupan penyu secara umum dapat digolongkan menjadi ancaman alami dan ancaman karena perbuatan manusia.

Konservasi penyu merupakan upaya yang sangat penting untuk menjamin keberlangsungan populasi penyu tersebut. Kelangkaan yang terjadi secara terus-menerus dengan kecenderungan semakin lama semakin sulit ditemukan, dapat menjurus pada kepunahan. Penyu, sebagai salah satu hewan langka, perlu segera dilakukan upaya konservasi. Untuk itu mutlak diperlukan pendidikan tentang kaidah-kaidah konservasi populasi penyu.

Kegiatan konservasi penyu juga dapat dimanfaatkan sebagai sumber belajar baik untuk masyarakat umum, dosen, mahasiswa, bahkan siswa, sebagai upaya menumbuhkan sikap peduli terhadap lingkungan.

DAFTAR PUSTAKA

- Direktur Konservasi dan Taman Nasional Laut. 2009. Pedoman Teknis Pengelolaan Konservasi Penyu. Departemen Kelautan dan Perikanan RI
- Kelautan Kulonprogo. (2013). Konservasi Penyu di Kabupaten Kulonprogo dan Bantul. <https://pesisirjogja.wordpress.com/2013/03/13/konservasi-penyu-di-kabupaten-kulonprogo-dan-bantul/>. Diakses pada tanggal 17 Oktober 2016
- Raden Ario, dkk. 2016. **Pelestarian Habitat Penyu Dari Ancaman Kepunahan Di Turtle Conservation And Education Center (TCEC), Bali. Jurnal Kelautan Tropis Maret 2016 Vol. 19(1):60–66** ISSN 0853-7291
- Suhartini. (2005). Konservasi Sumberdaya Alam Di Propinsi Daerah Istimewa Yogyakarta Sebagai Sumber Belajar Konservasi Lingkungan Lokal dan Permasalahannya. Makalah diseminarkan dalam Seminar Nasional Penelitian, Pendidikan dan Penerapan MIPA.

Bekti suryani. 2015. Konservasi konservasi hewan warga selamatkan 8000 penyu.
<http://www.harianjogja.com/baca/2015/05/17/konservasi-hewan-warga-selamatkan-8-000-penyu-605071>.Dikases pada tanggal 17 Oktober 2016

PENGEMBANGAN PERANGKAT PEMBELAJARAN BERBASIS MASALAH UNTUK MENINGKATKAN SIKAP PEDULI LINGKUNGAN

Heni Setyawati

IAIN Jember

Abstract

Penelitian ini bertujuan menghasilkan perangkat pembelajaran berbasis masalah yang valid dan efektif untuk meningkatkan sikap peduli lingkungan siswa. Jenis penelitian ini adalah *Research and Development* (R&D) mengadaptasi model pengembangan Borg & Gall melalui tujuh tahap yaitu: studi pendahuluan, perencanaan, penyusunan produk awal, validasi produk, uji coba terbatas, uji coba luas, dan diseminasi. Instrumen penelitian meliputi lembar validasi produk, lembar observasi keterlaksanaan pembelajaran, angket respon siswa, lembar observasi, lembar angket, dan tes sikap peduli lingkungan, serta tes hasil belajar. Hasil validasi menunjukkan perangkat yang dikembangkan memperoleh skor rata-rata 4,52 dengan kategori sangat baik. Dari segi kepraktisan mencapai kategori sangat baik dengan persentase rata-rata keterlaksanaan RPP sebesar 87,90%, pada uji coba terbatas dan 97,22% pada uji coba luas. Perangkat pembelajaran yang dikembangkan efektif meningkatkan sikap peduli lingkungan berdasarkan perbandingan sikap peduli lingkungan kelas eksperimen lebih tinggi dari pada kelas kontrol.

Kata Kunci: pengembangan, perangkat pembelajaran berbasis masalah, sikap peduli lingkungan

PENDAHULUAN

Pembelajaran pada kurikulum 2013 merupakan pembelajaran kompetensi dengan memperkuat proses pembelajaran dan penilaian autentik untuk mencapai kompetensi sikap, pengetahuan, dan keterampilan. Proses pembelajaran dilakukan melalui pendekatan saintifik. Penguatan pendekatan saintifik perlu diterapkan melalui pembelajaran berbasis penyingkapan. Selain itu penanaman sikap merupakan hal yang penting dalam kurikulum 2013. Dalam implementasi

kurikulum 2013 diperlukan perangkat pembelajaran yang sesuai dalam menunjang terwujudnya seluruh kompetensi.

Salah satu model pembelajaran yang menggunakan pendekatan saintifik adalah model *problem based learning* (PBL) atau pembelajaran berbasis masalah. Menurut Arends (2007,p.4) “*The essence of problem based learning consist of presenting student with authentic and meaningful problem situations that can serve as springboards for investigations and inquiry.*” Dalam model ini siswa diajak untuk melakukan proses pencarian pengetahuan yang terkait materi pelajaran dengan memecahkan suatu masalah melalui aktivitas proses sains sebagaimana dilakukan oleh para ilmuwan dalam melakukan penyelidikan ilmiah.

Berdasarkan hasil wawancara diketahui bahwa pembelajaran biologi yang dilakukan di SMA N 1 Sleman belum mencakup 3 aspek kompetensi. Proses pembelajaran biologi dilakukan dengan metode ceramah dan diskusi. Sikap peduli lingkungan siswa masih kurang, karena di lingkungan sekolah terdapat *cleaning service*, sehingga siswa cenderung kurang menjaga kebersihan lingkungan.

Berdasarkan analisis kurikulum, sikap peduli lingkungan sesuai diintegrasikan pada pembelajaran materi perubahan lingkungan dan daur ulang limbah sebagai sarana penanaman nilai sebagai upaya menciptakan kesadaran siswa yang berwawasan lingkungan melalui aspek pendidikan untuk menjaga agar lingkungan terhindar dari berbagai macam kerusakan dan pencemaran.

Materi perubahan lingkungan dan daur ulang limbah merupakan materi yang memerlukan pemahaman serta eksplorasi kemampuan analisis siswa. Oleh karena itu, diperlukan penggunaan model pembelajaran yang dapat membantu siswa untuk memahami konsep tersebut. Bentuk operasional dari model PBL adalah perangkat pembelajaran. Sehingga dalam penelitian ini akan dikembangkan perangkat pembelajaran berbasis masalah untuk meningkatkan sikap peduli lingkungan.

Rumusan masalah dalam penelitian ini yaitu:

1. Apakah perangkat pembelajaran berbasis masalah yang dikembangkan layak diterapkan?

2. Apakah perangkat pembelajaran berbasis masalah yang dikembangkan efektif untuk meningkatkan sikap peduli lingkungan siswa?

Adapun tujuan dalam pengembangan ini adalah :

1. Menghasilkan perangkat pembelajaran berbasis masalah untuk meningkatkan sikap peduli lingkungan.
2. Menguji kelayakan penerapan perangkat pembelajaran berbasis masalah pada peningkatan sikap peduli lingkungan yang dikembangkan.
3. Menguji keefektifan perangkat pembelajaran berbasis masalah dalam meningkatkan sikap peduli lingkungan.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini merupakan penelitian dan pengembangan atau “*Research and development*” (R&D). Subjek penelitian terdiri dari subjek uji kelayakan/validasi, uji coba terbatas, dan uji coba luas. Subjek uji coba kelayakan terdiri dari 3 teman sejawat, 3 dosen ahli, dan 3 guru biologi. Subjek uji coba ahli meliputi 3 teman sejawat, 1 dosen ahli media, 1 dosen ahli materi, 1 dosen ahli instrumen dan 3 guru biologi SMA. Subjek uji coba terbatas adalah 11 siswa kelas X MIA 4 SMA N 1 Sleman. Subjek uji coba luas adalah 31 siswa kelas X MIA 2 sebagai kelas kontrol dan 28 siswa X MIA 3 sebagai kelas eksperimen.

Prosedur pengembangan yang digunakan dalam penelitian ini memodifikasi langkah-langkah yang dikemukakan Borg and Gall (1983, p.80). meliputi 7 tahap, yaitu tujuh tahap yaitu (1) studi pendahuluan, (2) perencanaan, (3) penyusunan produk awal, (4) validasi produk, (5) uji coba terbatas, (6) uji coba luas, dan (7) diseminasi.

Pada tahap studi pendahuluan dilakukan studi pustaka, observasi lapangan, dan wawancara guru biologi. Pada tahap perencanaan dilakukan analisis struktur isi, materi, konsep, dan tujuan pembelajaran. Tahap penyusunan produk awal meliputi penyusunan perangkat pembelajaran berupa RPP, Lembar kerja siswa (LKS), *handout*, dan instrumen penilaian. Perangkat yang disusun ini

selanjutnya disebut produk awal (draf 1). Tahap Validasi produk meliputi penilaian produk awal oleh 3 validator (teman sejawat, dosen ahli, dan guru biologi). Hasil penilaian dan komentar terhadap draf 1 selanjutnya digunakan untuk revisi produk sehingga menghasilkan draf 2. Tahap Uji terbatas dilakukan dengan menguji draf 2 dalam skala terbatas, yaitu sebanyak 11 siswa. Uji coba terbatas menggunakan desain eksperimen *one group pretest posttest design* (Sugiyono, 2012, p.72). Hasil uji coba terbatas selanjutnya digunakan untuk revisi draf 2 sehingga menghasilkan draf 3. Tahap uji coba luas terdiri dari uji coba draf 3 pada kelas eksperimen dan dibandingkan dengan kelas kontrol yang menggunakan perangkat pembelajaran yang telah ada di sekolah. Uji coba luas menggunakan metode quasi eksperimen dengan rancangan *nonequivalent control group pretest posttest design* yang merupakan modifikasi dari Sugiyono (2012, p.86). Hasil uji coba luas digunakan untuk revisi draf 3 sehingga memperoleh produk akhir. Produk akhir ini kemudian disebar untuk diterapkan lebih lanjut melalui tahap diseminasi.

Teknik pengumpulan data dalam penelitian ini meliputi teknik untuk mengukur sikap peduli lingkungan meliputi observasi, angket, dan tes. Instrumen Yang digunakan untuk mengumpulkan data dibagi menjadi tiga macam, masing-masing digunakan untuk memenuhi kriteria kelayakan (validitas), kepraktisan, dan keefektifan. Instrumen untuk mengukur aspek kelayakan menggunakan lembar validasi produk. Instrumen untuk mengukur kepraktisan terdiri dari lembar observasi keterlaksanaan RPP dan angket respon siswa terhadap *handout*, LKS, dan proses pembelajaran. Instrumen untuk mengukur keefektifan terdiri dari instrumen untuk mengukur sikap peduli lingkungan berupa lembar observasi, angket, dan soal.

Analisis data yang berupa komentar, saran dan revisi selama proses uji coba dianalisis secara deskriptif kualitatif dan disimpulkan sebagai masukan untuk merevisi produk yang dikembangkan. Teknik analisis data yang berupa skor tanggapan ahli (kelayakan produk), skor respon siswa, skor keterlaksanaan RPP, skor sikap peduli lingkungan, dan skor hasil belajar dilakukan sebagai berikut:

Analisis Hasil Validasi Produk dan Respon Siswa

Teknik analisis data validasi perangkat pembelajaran dan respon siswa dilakukan dengan mengubah skor rata-rata menjadi nilai dengan kategori. Acuan pengubahan skor skala lima menurut Sukardjo (2012,p.92) disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Konversi Skor Aktual Menjadi Skala 5

Rentang Skor (i)	Nilai i	Kategori
$\bar{X}_i + 1,80 SB_i < X$	A	Sangat baik
$\bar{X}_i + 0,60 SB_i < X \leq \bar{X}_i + 1,80 SB_i$	B	Baik
$\bar{X}_i - 0,60 SB_i < X \leq \bar{X}_i + 0,60 SB_i$	C	Cukup
$\bar{X}_i - 1,80 SB_i < X \leq \bar{X}_i - 0,60 SB_i$	D	Kurang
$X \leq \bar{X}_i - 1,80 SB_i$	E	Sangat kurang

Keterangan:

i : rerata skor ideal = $1/2(\text{skor maks ideal} + \text{skor min ideal})$

SB_i: simpangan baku skor ideal = $1/6(\text{skor maks ideal} - \text{skor min ideal})$

X = skor aktual

Analisis Keterlaksanaan RPP

Analisis keterlaksanaan RPP dilakukan dengan menghitung nilai persentase keterlaksanaan tahapan pembelajaran pada setiap pertemuan dengan kriteria interpretasi menurut Ain,2013,p.94) sebagai berikut :

25% - 43,7%	= tidak baik	43,8% - 62,5%	= kurang baik
62,6% - 81,25%	= baik	81,26% - 100%	= sangat baik

Angket Respon Siswa terhadap Handout, LKS, dan Proses Pembelajaran

Analisis hasil angket respon siswa terhadap *handout*, LKS, dan proses pembelajaran dilakukan dengan mengubah skor rata-rata menjadi nilai dengan kategori. Acuan pengubahan skor skala lima sesuai pada Tabel 1.

Analisis Hasil Sikap Peduli Lingkungan,

Hasil penyelesaian soal uraian sikap peduli lingkungan dianalisis menggunakan gain ternormalisasi (g) menurut Hake (2007, p.95) dan dihitung rata-ratanya. Rata-rata gain ternormalisasi selanjutnya dikategorisasi berdasarkan kategori gain yang diungkapkan oleh Hake (2007, p.96) pada Tabel 2.

Tabel 2. Interpretasi Skor Gain Ternormalisasi

Nilai Gain <g>	Interpretasi
$\geq 0,7$	Tinggi
$0,7 > (<g>) \geq 0,3$	Sedang
$< 0,3$	Rendah

Analisis Lembar Observasi Sikap Peduli Lingkungan

Lembar observasi sikap peduli lingkungan dianalisis dengan membuat persentase ketercapaian sikap peduli lingkungan pada masing-masing siklus PBL.

Analisis Lembar Angket Sikap Peduli Lingkungan

Analisis angket sikap peduli lingkungan siswa dilakukan dengan mengkonversi skor menjadi nilai sesuai dengan kategorisasi tabel 1. Selain itu angket sikap peduli lingkungan siswa juga dihitung gain ternormalisasi untuk mengetahui kategori peningkatan sikap peduli lingkungan

Uji Perbedaan Sikap Peduli Lingkungan Antara Kelas Eksperimen dan Kelas Kontrol

Uji perbedaan dilakukan dengan analisis menggunakan program SPSS versi 20. Gain ternormalisasi dari sikap peduli lingkungan dianalisis

menggunakan analisis parametrik uji Manova, namun apabila uji prasyarat tidak terpenuhi maka akan dilakukan analisis statistik nonparametrik.

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

Hasil tahap pertama (Studi Pendahuluan) berupa hasil wawancara, survei lapangan dan studi pustaka. Hasil wawancara dan survei lapangan menunjukkan bahwa pembelajaran dilakukan secara ceramah interaktif dan kegiatan pembelajaran masih terpusat pada guru (*teacher center*), proses pembelajaran tidak menggunakan LKS, serta sumber belajar yang dominan digunakan adalah buku paket salah satu penerbit

Hasil tahap kedua (perencanaan) berupa penentuan KD dan materi yang sesuai untuk dikembangkan berdasarkan hasil uji pendahuluan. KD yang sesuai yaitu KD 1.1, 1.2, 1.3, 2.1, 2.2, 3.10, dan 4.10. Sementara materi yang sesuai yaitu perubahan lingkungan dan daur ulang limbah.

Hasil tahap ketiga (penyusunan produk awal) menghasilkan produk awal/draf 1 yang terdiri dari RPP, *handout*, LKS, serta perangkat penilaian. Pada tahap keempat (Validasi produk) skor penilaian produk menjadi nilai skala 5. Hasil penilaian produk oleh validator menyatakan bahwa RPP, *handout*, LKS, soal SPL, lembar observasi SPL dan lembar angket SPL berkategori sangat baik, dengan nilai A.

Tahap kelima (Uji coba terbatas) bertujuan untuk mengetahui keterlaksanaan perangkat pembelajaran yang dikembangkan, respon dan masukan siswa, serta keefektifan penerapan perangkat pembelajaran untuk meningkatkan sikap peduli lingkungan dalam skala terbatas sebagai bahan untuk memperbaiki produk. Hasil keterlaksanaan RPP disajikan pada tabel 5.

Berdasarkan tabel 5 dapat diketahui bahwa pada pertemuan 1 keterlaksanaan RPP masih dalam kategori baik dan sebanyak 29,63 % langkah-langkah pembelajaran belum terlaksana. Hal ini dikarenakan kurangnya alokasi waktu pada RPP, akibatnya terdapat tahapan-tahapan pembelajaran yang tidak terlaksana. Hal ini digunakan untuk memperbaiki RPP pada tahap uji coba luas.

Pertemuan ke-2 menunjukkan sangat baik karena langkah pembelajaran yang belum terlaksana hanya 6,67%, sedangkan pada pertemuan ke-3 semua tahapan RPP sudah terlaksana semua.

Hasil analisis data kepraktisan perangkat pembelajaran berbasis masalah yang dikembangkan berdasarkan angket respon siswa menunjukkan bahwa menurut penilaian skor rata-rata siswa pada uji terbatas, maka *handout*, LKS, dan proses pembelajaran sudah praktis. Karena dalam penelitian ini perangkat telah praktis digunakan apabila bernilai minimal B dengan kategori baik.

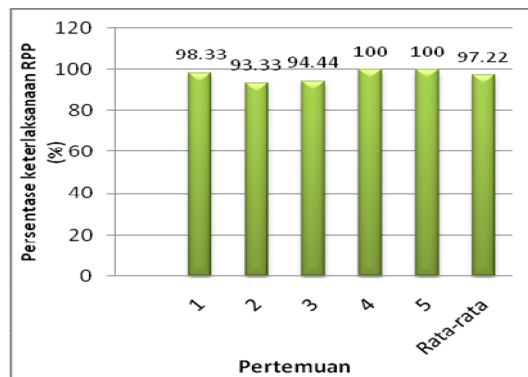
Hasil observasi sikap peduli lingkungan pada uji coba terbatas menunjukkan pada kategori baik pada PBL 1 maupun 2 sikap peduli lingkungan yang tercapai dalam kategori sangat baik. Peningkatan sikap peduli lingkungan siswa ditinjau dari prosentase ketercapaian sikap peduli lingkungan yaitu sebesar 16,67% (dari 81,82% menjadi 98,48%).

Hasil skor angket sikap peduli lingkungan siswa pada uji terbatas menunjukkan bahwa telah terjadi peningkatan skor angket sikap peduli lingkungan dari *pretest* dan *posttest*, meskipun apabila dilihat dari gain ternormalisasi masih dalam kategori rendah.

Hasil soal sikap peduli lingkungan siswa pada uji terbatas menunjukkan bahwa telah terjadi peningkatan nilai sikap peduli lingkungan dari *pretest* dan *posttest* dengan kategori sedang. Dengan demikian dapat diketahui bahwa sikap peduli lingkungan siswa pada uji terbatas meningkat baik dilihat dari hasil observasi sikap peduli lingkungan, angket sikap peduli lingkungan, maupun soal sikap peduli lingkungan.

Tahap keenam (uji coba luas) akan digunakan untuk mengetahui kepraktisan dan keefektivan perangkat pembelajaran yang dikembangkan dalam meningkatkan sikap peduli lingkungan pada skala luas. Pembahasan hasil uji coba luas adalah sebagai berikut :

Hasil keterlaksanaan RPP disajikan pada gambar 2.



Gambar 2. Persentase Keterlaksanaan RPP Uji Coba Luas

Berdasarkan gambar 2 maka dapat diketahui bahwa ketercapaian RPP pada semua pertemuan berada pada kriteria sangat baik karena $>81,26\%$. Rata-rata ketercapaian RPP juga menunjukkan kriteria sangat baik. Dengan demikian dapat disimpulkan bahwa dilihat dari ketercapaian RPP maka perangkat pembelajaran sudah memenuhi telah syarat kepraktisan.

Respon siswa terhadap *handout*, LKS, dan proses pembelajaran diperoleh dari angket yang diisi oleh siswa kelas eksperimen pada akhir pembelajaran. Hasil analisis data kepraktisan perangkat pembelajaran berbasis masalah yang dikembangkan berdasarkan angket respon siswa disajikan dalam tabel 12.

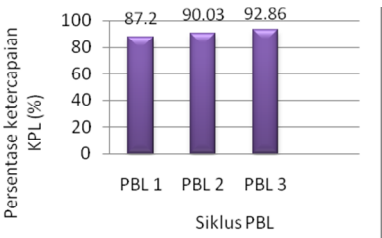
Tabel 12. Hasil Penilaian Angket Respon Siswa *Handout*, LKS, dan Proses Pembelajaran Uji Luas

Aspek yang dinilai	Skor rata-rata	Nilai	Kategori
<i>Handout</i>	3,86	B	Baik
LKS	3,92	B	Baik
Proses pembelajaran	3,83	B	Baik

Berdasarkan tabel 12 dapat diketahui bahwa menurut penilaian skor rata-rata siswa pada uji luas, maka *handout*, LKS, dan proses pembelajaran sudah praktis. Karena dalam penelitian ini perangkat telah praktis digunakan apabila bernilai minimal B dengan kategori baik.

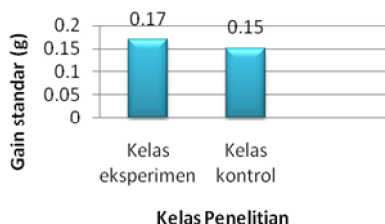
Keefektifan perangkat pembelajaran berbasis masalah terhadap sikap peduli lingkungan siswa diperoleh dari hasil lembar observasi sikap peduli lingkungan, soal sikap peduli lingkungan, dan angket sikap peduli lingkungan. Hasil observasi sikap peduli lingkungan uji coba luas masing-masing siklus PBL untuk kelas eksperimen disajikan pada gambar 5.

Berdasarkan gambar 5 dapat diketahui bahwa terdapat peningkatan sikap peduli lingkungan siswa pada setiap siklus PBL. Pada kelas kontrol, hasil observasi sikap peduli lingkungan tidak didapatkan data yang lengkap. Karena kegiatan pembelajaran yang dilakukan guru pada kelas kontrol menggunakan metode ceramah interaktif di dalam kelas sehingga proses pembelajaran tidak dapat menunjukkan aspek-aspek penilaian observasi sikap peduli lingkungan. sikap peduli lingkungan yang teramati hanya pada aspek membuang sampah pada tempatnya, namun selama proses pembelajaran tidak ada siswa yang membuang sampah, karena siswa terkonsentrasi pada pembelajaran metode ceramah. Dengan demikian dapat disimpulkan bahwa apabila ditinjau dari hasil observasi maka sikap peduli lingkungan siswa yang telah diperlakukan menggunakan perangkat pembelajaran berbasis masalah lebih tinggi dibanding siswa yang proses pembelajarannya menggunakan perangkat pembelajaran yang ada di sekolah (kelas kontrol).



Gambar 5. Hasil Observasi Ketercapaian Sikap Peduli Lingkungan Kelas Eksperimen

Perbandingan gain ternormalisasi skor angket sikap peduli lingkungan antara kelas eksperimen dan kontrol disajikan pada gambar 6.



Gambar 6. Rata-rata Gain Standar Skor Angket Sikap Peduli Lingkungan Kelas Eksperimen dan Kontrol

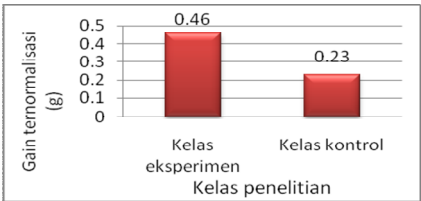
Berdasarkan gambar 6 dapat diketahui bahwa nilai g pada kelas eksperimen lebih tinggi dibanding pada kelas kontrol yaitu sebesar 0,02. Apabila dilihat dari kriteria interpretasi nilai g maka g pada kelas eksperimen dan kelas kontrol berada pada kriteria yang sama yaitu rendah. Untuk mengetahui perbedaan secara signifikan, maka dilakukan uji manova. Sebelum melakukan uji manova, dilakukan uji prasyarat terlebih dahulu dengan menguji normalitas dan homogenitas data. Hasil uji prasyarat manova terhadap gain ternormalisasi skor angket menunjukkan bahwa tidak terpenuhi karena data pada uji normalitas kelas kontrol tidak berdistribusi normal. Artinya data mempunyai sebaran yang tidak normal, sehingga data tidak bisa dianggap mewakili populasi. Dengan demikian tidak bisa dilakukan uji Manova melainkan uji nonparametrik, yaitu uji Mann Whitney. Hasil uji Mann Whitney pada gain ternormalisasi skor angket sikap peduli lingkungan disajikan pada tabel 16.

Tabel 16. Hasil Uji Mann Whitney Gain Skor Angket Sikap Peduli Lingkungan

Gain ternormalisasi skor	
SPL	
Mann-Whitney U	430.000
Wilcoxon W	926.000
Z	-0,061
Asymp. Sig. (2-tailed)	0,952

Tabel 16 menunjukkan bahwa nilai *asympt sig* sebesar $0,952 > 0,05$, artinya H_0 diterima. Gain ternormalisasi skor sikap peduli lingkungan kelas eksperimen dan kelas kontrol tidak berbeda secara signifikan pada tingkat kepercayaan 95%.

Sikap peduli lingkungan juga diukur dari tes sikap peduli lingkungan. Perbandingan peningkatan nilai tes sikap peduli lingkungan pada kelas eksperimen dan kontrol ditampilkan pada gambar 7. Berdasarkan gambar 7 dapat diketahui bahwa rata-rata gain ternormalisasi kelas eksperimen lebih tinggi dari pada kelas kontrol. Peningkatan sikap peduli lingkungan pada kelas eksperimen berkategori sedang sedangkan pada kelas kontrol berkategori rendah. Dengan demikian dapat diketahui bahwa perangkat pembelajaran berbasis masalah efektif meningkatkan sikap peduli lingkungan siswa.



Gambar 7. Perbandingan Gain Ternormalisasi Nilai Test Sikap Peduli Lingkungan Kelas Eksperimen dan Kontrol

Untuk mengetahui perbedaan secara signifikan nilai tes sikap peduli lingkungan antara kelas eksperimen dan kontrol maka dilakukan uji statistik yaitu uji manova. Uji prasyarat Manova tidak terpenuhi sehingga tidak bisa dilakukan uji Manova melainkan uji nonparametrik, yaitu uji Mann Whitney. Hasil uji Mann Whitney gain ternormalisasi tes sikap peduli lingkungan disajikan pada tabel 18.

Tabel 18 menunjukkan bahwa nilai *asympt sig* sebesar $0,007 < 0,05$. dapat diketahui bahwa gain ternormalisasi tes sikap peduli lingkungan kelas eksperimen dan kelas kontrol secara signifikan berbeda pada tingkat kepercayaan 95%. Hal ini mendukung hasil observasi sikap peduli lingkungan yang menunjukkan bahwa sikap peduli lingkungan kelas eksperimen lebih tinggi dibanding kelas kontrol.

Hasil tiga instrumen penilaian sikap peduli lingkungan yang meliputi lembar observasi, angket, dan tes sikap peduli lingkungan menyatakan bahwa

salah 1 instrumen yaitu angket menunjukkan tidak ada perbedaan antara sikap peduli lingkungan kelas eksperimen dan kelas kontrol. Sementara pada dua instrumen lainnya menunjukkan bahwa sikap peduli lingkungan siswa kelas eksperimen lebih tinggi dibanding kelas kontrol. Dengan demikian kesimpulan dari penilaian sikap peduli lingkungan yaitu sikap peduli lingkungan kelas eksperimen lebih tinggi dibanding kelas kontrol. Sehingga perangkat pembelajaran berbasis masalah yang dikembangkan terbukti efektif meningkatkan sikap peduli lingkungan siswa.

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan penelitian yaitu: (1) Perangkat pembelajaran berbasis masalah untuk meningkatkan sikap peduli lingkungan telah layak digunakan dalam pembelajaran berdasarkan penilaian teman sejawat, dosen ahli, dan guru, (2) Perangkat pembelajaran berbasis masalah efektif dapat meningkatkan sikap peduli lingkungan siswa dilihat dari sikap peduli lingkungan siswa kelas eksperimen lebih tinggi dibanding kelas kontrol.

DAFTAR PUSTAKA

- Arend, R. I. (2007). *Learning to teach* (7th ed.). New York: McGraw-Hill Companies.
- Borg, W. R. & Gall, M. D. (1983). *Educational research* (4th ed.). New York: Longman, Inc.
- Hake, R. R. (7 Maret 2007). *Design-based research in physics education*.
<http://www.physics.indiana.edu/~hake/DBR-Physics3.pdf>.
- Sugiyono. (2012). *Metode penelitian kuantitatif kualitatif dan R&D*. Bandung. Penerbit Alfabeta.
- Sukardjo. (2012). *Buku pegangan kuliah evaluasi pembelajaran IPA*. Program Studi Pendidikan Sains Program Pascasarjana UNY.

**Perkembangan Metode Pelayanan Pendidikan Lingkungan
Kebun Raya Cibodas – LIPI**

Dian R. Nurdiana, Dwi Novia Puspitasari

Balai Konservasi Tumbuhan Kebun Raya Cibodas-LIPI

Jl. Kebun Raya Cibodas. Sindanglaya. Cianjur.

Jawa Barat. 43253

Telp/fax: 0263 512233

**contact person: dian.ridwan.nurdiana@gmail.com*

Abstract

Pelayanan Pendidikan Lingkungan merupakan salah satu tugas pokok yang diemban Kebun Raya Cibodas. Kegiatan Pelayanan Pendidikan Lingkungan atau biasa disebut PEPELING, telah diselenggarakan oleh Kebun Raya Cibodas sejak tahun 1999. Tujuan kegiatan ini adalah peningkatan penyadartahuan masyarakat terhadap pentingnya menjaga lingkungan termasuk kearifan lokal yang ada melalui pola pembelajaran yang menarik, bermanfaat dan menyenangkan. Metode PEPELING di Kebun Raya Cibodas terbagi kedalam 3 jenis yaitu pembelajaran di sekolah atau tempat kelompok masyarakat, pembelajaran didalam Kebun Raya Cibodas dan pembelajaran secara digital melalui sistem online.

Kata Kunci: *Pelayanan Pendidikan Lingkungan, Kebun Raya Cibodas.*

PENDAHULUAN

Indonesia terkenal dengan Negara kepulauan dengan kekayaan alam berupa keanekaragaman hayati yang cukup tinggi. Negara kepulauan ini sudah diakui secara internasional dan termasuk dalam 17 negara *mega-diversity*, berada pada urutan ke-2 dari 25 negara *hotspot*, termasuk salah satu dari 18 *ecoregion* WWF “Global 2000” dan salah satu dari 24 “Kawasan Burung Endemik” *Bird Life International*. (CBN, ND). Negara yang digolongkan dalam negara *hotspot* adalah yang memiliki paling sedikit 1.500 tumbuhan *vascular endemic* dan 30% atau kurang vegetasi alaminya terancam punah. Dengan kata lain, negara yang bisa digolongkan sebagai negara *hotspot* adalah negara dengan kekayaan alam yang tinggi namun disaat yang bersamaan menghadapi

tingkat keterancamanan yang juga tinggi (CI,nd).

Manusia hidup tidak terlepas dari alam karena sandang, pangan dan papan mereka sebagian besar dari alam. Oleh karena itu, kita tidak bisa pungkiri bahwa kerusakan lingkungan yang ada saat ini dikarenakan sebagian besar ulah manusia karena manusia tidak bisa bijak dalam memanfaatkan sumber daya yang ada. Berbagai upaya telah dilakukan pemerintah seperti mengeluarkan Undang-Undang yang memberikan sanksi tegas kepada para pelaku perusakan lingkungan meskipun hal ini tidak bias menjamin penuh tidak adanya laju kerusakan alam oleh manusia.

Pendidikan merupakan solusi untuk mengurangi laju kerusakan lingkungan secara berkesinambungan. Berdasarkan hasil kajian *Organisation for Economic Cooperation and Development* (OECD) melalui *Program for International Student Assessment* (PISA) ke-65 negara yang ada di dunia bertujuan untuk mengecek dan menentukan negara mana yang memiliki tingkat pendidikan yang tinggi menunjukkan bahwa Indonesia menempati peringkat ke-57 Dunia. Hal ini memberikan pemahaman bahwa pendidikan di Indonesia masih perlu ditingkatkan terutama yang berhubungan dengan pengetahuan alam.

Kebun Raya Cibodas merupakan salah satu dari empat Kebun Raya yang pengelolaannya di bawah Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia (LIPI) dengan salah satu tugas pokok dan fungsi nya untuk pendidikan lingkungan. Hal ini diperkuat dengan Peraturan Presiden RI No. 93 tahun 2011 bahwa tugas kebun raya adalah melakukan kegiatan konservasi *ex-situ*, penelitian, pendidikan, wisata dan jasa lingkungan. Sebagai wujud pelaksanaan tugas dan fungsi Kebun Raya Cibodas, sejak tahun 1999 telah melaksanakan kegiatan pembelajaran tentang alam, lingkungan, konservasi dan keanekaragaman hayati melalui program yang dinamakan dengan Program Pelayanan Pendidikan Lingkungan (PEPELING).

Pada tahun 1999 PEPELING dilaksanakan melalui kerjasama antara Kebun Raya Cibodas dengan BGCI (*Botanic Garden Conservation International*) dengan tujuan untuk mendorong dan memberikan kesempatan kepada pelaku pendidikan dan masyarakat untuk memperoleh pengetahuan, keterampilan sehingga tercipta sikap dan perilaku yang bersahabat dengan lingkungan; meningkatkan kepedulian anak didik dan

masyarakat terhadap masalah lingkungan hidup khususnya masalah konservasi keanekaragaman hayati; meningkatkan fungsi edukatif dari kebun raya sebagai kawasan ex-situ (pelestarian, perlindungan, dan pemanfaatan di luar habitat aslinya); menyampaikan informasi dengan topik alam dan tumbuhan serta pentingnya upaya pelestarian alam; dan menumbuhkan kesadaran konservasi dan peyebarluasan informasi tumbuhan asli kawasan Gunung Gede Pangrango.

Dalam rangka meningkatkan kualitas pendidikan bagi peserta PEPELING, diperlukan perbaikan berkesinambungan dalam metode pengajaran yang efektif, efisien dan berkualitas. Sampai saat ini, metode pendidikan lingkungan yang diterapkan oleh Kebun Raya Cibodas dilakukan melalui tiga cara yaitu pembelajaran di sekolah atau tempat kelompok masyarakat, pembelajaran didalam Kebun Raya Cibodas dan pembelajaran secara digital melalui sistem online.

PEMBAHASAN

Kebun Raya merupakan institusi yang mengelola koleksi tumbuhan hidup secara eks situ yang terdokumentasi dengan tujuan penelitian ilmiah, konservasi, peragaan, dan pendidikan (Wyse-Jackson, 1999; Wyse-Jackson & Sutherland, 2000), dimana berperan penting dalam memberikan pengetahuan lingkungan kepada siswa dan masyarakat umum melalui program Pendidikan Lingkungan. Menurut Stapp (1969), pendidikan lingkungan ditujukan untuk menghasilkan masyarakat yang berpengetahuan mengenai lingkungan biofisik dan masalah-masalah mengenainya, sadar bagaimana membantu menyelesaikan masalah-masalah tersebut dan memiliki motivasi untuk menyelesaikan masalah-masalah tersebut. Berikut Tabel 1. Data peserta PEPELING tahun 1999-2015.

No.	TAHUN	JUMLAH PESERTA	KETERANGAN
1	1999	15 Orang	10 Orang dari KRC dan sisanya dari LSM
2	2000	110 Orang dari SD s/d SLTA	11 Sekolah
3	2001	30 Orang	1 Sekolah
4	2002	4 Orang	Pegawai KRC ikut pelatihan fasilitator
5	2003	1.144 Orang terdiri dari Guru dan Anak Sekolah	Terdiri dari 54 Orang peserta Guru ikut training tentang Pepeling dan 1.090 orang dari 162 Sekolah
6	2004	1.321 Orang (Guru dan Anak Sekolah)	Peserta terdiri dari 24 Orang Guru SD s/d SMA ikut training dan 1.297 Orang dari 129 Sekolah
7	2005	2.020 Orang (Guru dan Siswa)	Peserta terdiri dari 40 orang guru (training), 1.980 orang Siswa dari 154 Sekolah

8	2006	1.070 Orang	Terdiri dari 26 Sekolah
9	2007	550 Orang	80 Orang dari LSM, 80 Orang Pondok pesantren, 40 Orang Kelompok tani dan 350 Orang Siswa dari 17 Sekolah
10	2008	500 orang	500 siswa dari 22 Sekolah
11	2009	Tidak ada Kegiatan	
12	2010	360 orang	Terdiri dari 15 orang pegawai KRC, 4 Pegawai KRB, 3 LSM, 3 Guru Bilogi dan 295 Siswa dari 22 Sekolah dan 40 orang Ibu-ibu PKK
13	2011	2133 Orang	Terdiri dari 1733 siswa dari 86 sekolah, dan 400 orang ibu-ibu PKK
14	2012	855 Orang	Terdiri dari 855 orang siswa dari 28 sekolah
15	2013	858 orang	Terdiri dari 830 orang dari 32 sekolah, 28 orang kader posyandu
16	2014	502 orang	Terdiri dari 282 orang dari ibu-ibu kader posyandu, 50 orang dari brimob dan 170 orang dari 4 sekolah (SDN Cikole, SMPN 1 Cipanas, SDN Cimacan 2 dan SDN Suka Asih Cibeber)
17	2015	642 orang	Terdiri dari 6 sekolah (297 org), 7 desa (292 org), 1 kecamatan (43 org) dan 1 LSM (10 org)
Jumlah		14.406 Orang peserta dari berbagai LSM, Posyandu, PKK, kelompok tani, guru-guru, pondok pesantren dan 699 Sekolah dari 11 Kabupaten di Jawa Barat	Terdiri dari 29 orang Pegawai KRC, 4 orang Pegawai KRB, 98 orang LSM, 10.567 orang dari 699 sekolah, 121 orang guru-guru yang ikut training, 80 orang pondok pesantren, 40 orang kelompok tani, 440 orang ibu-ibu PKK, 645 orang ibu kader posyandu dan 4007 orang masyarakat umum

Tabel 1. Data peserta PEPELING tahun 1999-2015

UNESCO menyebutkan setidaknya adanya 5 (lima) komponen yang harus ada dalam pendidikan lingkungan, antara lain :

1. Kesadaran dan kepekaan mengenai lingkungan dan perubahan lingkungan
2. Pengetahuan dan pemahaman mengenai lingkungan dan perubahan lingkungan
3. Sikap kepedulian terhadap lingkungan dan motivasi untuk memperbaiki dan mempertahankan kualitas lingkungan
4. Keahlian untuk mengidentifikasi dan membantu menyelesaikan masalah lingkungan,dan
5. Partisipasi dalam aktivitas yang mengarah ke penyelesaian masalah lingkungan

Program PEPELING Kebun Raya Cibodas menggunakan metode-metode yang mudah

dipahami dan dimengerti oleh siswa sehingga dapat menjangkau berbagai kalangan peserta. Sejak tahun 1999 sampai saat ini, metode yang digunakan dalam program PEPELING antara :

1. Pembelajaran di Sekolah atau tempat kelompok masyarakat (*Out reach Program*)

Metode ini merupakan metode pembelajaran yang diberikan oleh fasilitator Kebun Raya Ciboda dengan mengunjungi sekolah atau kelompok masyarakat. Pada metode ini menerapkan pole pengembangan sikap ilmiah meliputi: *curiosity* (sikap ingin tahu), *respect for evidence* (sikap untuk senantiasa mendahulukan bukti), *flexibility* (sikap luwes terhadap gagasan baru), *critical reflection* (sikap merenung secara kritis), *sensitivity to living things and environment* (sikap peka/ peduli terhadap makhluk hidup dan lingkungan). Cara pengajaran dilakukan dengan penyampaian teori kelas dan praktek lapangan yang mengintegrasikan nilai praktis, nilai intelektual, nilai religius, nilai sosial-ekonomi, dan nilai pendidikan. Pada metode ini diharapkan peserta dapat memahami peran penting lingkungan bagi berbagai sisi kehidupan. Bentuk kegiatan pada metode ini antara lain :

- a) Pembelajaran dalam kelas dengan materi perbanyakan tanaman (propagasi), pembuatan herbarium, pembuatan kompos, dan *environment awarness*;
- b) Kegiatan belajar sambil bermain di alam (di halaman sekolah);
- c) Praktek langsung (perindangan dan pembuatan kebun obat/botani sekolah/ perbanyakan tanaman serta pemanfaatan tumbuhan).

Keunggulan :

Metode ini dapat disesuaikan dengan kondisi lingkungan sekolah atau kelompok masyarakat sehingga pembelajaran yang diterima dapat diterapkan langsung dilingkungannya. Peserta dapat lebih leluasa berkreasi dan mengembangkan ide sesuai dengan lingkungan disekitarnya. Berdasarkan data pada Tabel 1. Jumlah sekolah yang dikunjungi untuk kegiatan PEPELING sebanyak 699 sekolah dengan berbagai tingkatan pendidikan.

Kelemahan :

Metode *Outreach* membatasi peserta dalam memperoleh contoh nyata karena terbatas pada lingkungan sekitar. Pada metode ini, peserta tidak dapat menggali lebih dalam Kebun Raya Cibodas dan hanya terbatas pada pengetahuan fasilitator dalam menyampaikan materi pembelajaran kelas dan praktek sederhana.

2. Guiding Interpretation

Metode PEPELING ini dilaksanakan sepenuhnya di dalam Kebun Raya Cibodas. Para peserta diajak menyaksikan langsung kegiatan konservasi dan hasil-hasil kegiatan penelitian maupun pelayanan kepada masyarakat. Melalui metode ini, peserta baik siswa maupun kelompok masyarakat akan diajak berkeliling Kebun Raya Cibodas baik berjalan kaki maupun menggunakan kendaraan. Peserta diberikan pemahaman pengetahuan perkebunrayaan seperti pengertian, tugas dan fungsi Kebun Raya secara umum serta detail pengelolaan koleksi tumbuhan. Secara umum metode ini meliputi kegiatan wisata flora (*Garden tour*), pengetahuan perbanyakan tumbuhan, pengenalan tumbuhan, pengenalan herbarium dan proses pembuatannya serta pengetahuan terarium. Pada metode ini memungkinkan peserta untuk memilih paket pendidikan lingkungan sesuai dengan kebutuhan peserta.

Keunggulan :

Metode ini memungkinkan peserta dapat memperoleh pengetahuan secara langsung dilapangan dengan melihat langsung informasi yang disampaikan. Peserta dapat menikmati keindahan Kebun Raya Cibodas sekaligus menambah ilmu pengetahuan dengan kegiatan PEPELING. Metode *Guiding Interpretation* memastikan peserta dapat mengenal dan mengamati lebih dekat pengetahuan lingkungan melalui contoh nyata didalam kebun raya.

Kelemahan :

Metode *Guiding Interpretation* dipengaruhi oleh kondisi alam di Kebun Raya. Jumlah peserta dibatasi untuk efektifitas pembelajaran dengan fasilitator. Pada Metode ini, kemampuan fasilitator harus terstandar dan dapat memahami karakter peserta sehingga pembelajaran tidak monoton dan membosankan.

3. Sistem Online (Daring)

Metode PEPELING online merupakan perkembangan terkini dalam pelayanan pendidikan lingkungan di Kebun Raya Cibodas. Melalui kelas digital, peserta dapat memperoleh informasi pembelajaran lingkungan melalui media ponsel pintar dan komputer. Metode ini mengadopsi sistem yang dikembangkan oleh SEAMOLEC dengan *platform* Edmodo sebagai *Social Learning Network*. Peserta dapat bergabung dalam PEPELING online melalui kode grup sebagai berikut :

- a) Kode grup SD = **bspeg2**
- b) Kode grup SMP = **v2cpcw**
- c) Kode grup SMA = **bc5yzf**
- d) Kode grup Universitas atau Pendidikan tinggi = **w25zwf**

Kelas digital (*Digital class*) adalah sebuah lingkungan belajar berbasis website yang memanfaatkan teknologi informasi dan komunikasi khususnya jejaring pembelajaran sosial (*social learning network*) untuk pembelajaran dan manajemen kelas, dan memuat konten-konten digital yang dapat diakses dan dipertukarkan dimana saja, dari mana saja, dan kapan saja.

Tahapan kegiatan belajar yang dilaksanakan oleh peserta PEPELING online sebagai berikut:

1. Siswa bergabung dengan kelas digital PEPELING Kebun Raya Cibodas melalui kode kelas pada Edmodo yang disediakan oleh pihak Kebun Raya Cibodas;
2. Siswa memperoleh pembelajaran disesuaikan dengan tingkatan pendidikan dan kebutuhan peserta melalui kode mata ajar pendidikan lingkungan;
3. Peserta berinteraksi dengan fasilitator dan peserta lain dalam kelas yang sama sehingga pembelajaran menjadi terfokus dan menyenangkan.

Keunggulan :

Metode online menjangkau peserta PEPELING lebih luas dengan syarat memenuhi prasyarat sarana dan prasarana yang dimiliki sekolah. Kegiatan pembelajarn menjadi lebih menyenangkan dan beragam karena peserta dapat berinteraksi dengan peserta lain

dari sekolah yang berbeda baik diskusi ataupun berbagai sumber pengetahuan lainnya. Metode online memudahkan fasilitator untuk menilai keaktifan peserta dengan layanan tugas dan evaluasi yang tersedia pada platform Edmodo.

Kelemahan :

Peserta harus memiliki akun pada platform Edmod, serta sekolah atau kelompok masyarakat harus memenuhi prasyarat sarana dan prasarana seperti jaringan internet dan perangkat komputer. Pada metode ini, lebih menitikberatkan pada pembelajaran teori kelas dan visualisasi pendidikan lingkungan dan minim praktek.

PENUTUP

Kebun Raya Cibodas sebagai lembaga konservasi yang menjalankan fungsi pendidikan lingkungan dipandang perlu terus meningkatkan kualitas dan ragam layanan Pendidikan Lingkungan. Pembelajaran secara aktif (*active learning*) melalui metode *outreach program*, *guiding intrepertation* dan *online* dalam program PEPELING diharapkan dapat memberikan hasil yang lebih positif kepada para siswa dan masyarakat tentang arti pentingnya lingkungan, keanekaragaman hayati dan konservasi alam. Pendidikan Lingkungan yang diterapkan di Kebun Raya Cibodas merupakan pendidikan terbatas, yang merupakan suplemen bagi sistem pendidikan dan peningkatan pemahaman nilai penting lingkungan bagi kelompok masyarakat.

DAFTAR PUSTAKA

"Keanekaragaman Hayati (Upaya)", 26 November 2009, www.wikipedia.com

Depdiknas. 2002. *Kamus Besar Bahasa Indonesia*. Jakarta: Balai Pustaka.

<http://fokusmakakal.blogspot.co.id/2013/08/biologi-keanekaragaman-hayati.html>.

Diakses tanggal 01 November 2016

<http://ph-fairuz.blogspot.co.id/2014/09/kelas-maya-simulasi-gidital.html>.

Diakses

tanggal 01 November 2016

<http://ataseulanga.blogspot.co.id/2011/03/hakikat-biologi-dan-pendidikan-biologi.html>.

Diakses tanggal 01 November 2016

Wyse Jackson, P.S and Sutherland, L.A. (2000) *International Agenda for Botanic*

Gardens in Conservation, Botanic Gardens Conservation International, Kew, Richmond, UK.

Solehuddin; Gumilang Anggun R;. (2014). *Kebun Raya Cibodas dan Perannya dalam pembelajaran Biologi, Konservasi, dan dan Keragaman Hayati*. Seminar Nasional Biologi FMIPA Unnes 2014. Indonesia: UNNES.

Solehuddin; Winarni; Tatang; Meilani. (2007). *Modul Program Pelayanan Pendidikan Lingkungan*. Indonesia: UPT Balai Konservasi Tumbuhan Kebun Raya Cibodas - LIPI.

Widyatmoko Didik; Irawati. (2007). *Kamus Istilah Konservasi*. Indonesia: LIPI Press, Anggota Ikapi

KELAYAKAN MODUL EKOSISTEM LOKAL PEGUNUNGAN BERBASIS *ANDROID MOBILE* TERINTEGRASI MODEL PJBL

Arsi Dwiyani¹, Djukri², Tien Aminatun³, Bambang Subali⁴

¹Pendidikan Biologi, Pascasarjana, Universitas Negeri Yogyakarta

^{2,3,4}Dosen Pendidikan Biologi, Pascasarjana, Universitas Negeri Yogyakarta

Email: arsidwiyani31@gmail.com¹, uny_djukri@yahoo.com²

Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kelayakan modul pembelajaran biologi berbasis *android mobile* melalui model *Project-based Learning* (PjBL) pada materi ekosistem pegunungan dari aspek substansi dan aspek konstruksi. Pengembangan modul menggunakan metode DDR (*Design and Development Research*) yang dikembangkan oleh Richey dan Klein tahap validasi, yang meliputi langkah: (a) model pengembangan, (b) validasi internal, (c) validasi eksternal, dan (d) model penggunaan. Tahap validasi pengembangan modul dilakukan pada bulan Maret 2016 di SMA N 2 Ngaglik dengan menggunakan subjek terbatas sepuluh peserta didik kelas XI. Hasil penelitian yaitu modul PjBL berbasis *android mobile* ditinjau dari aspek substansi dan aspek konstruksi oleh ahli substansi, ahli konstruksi, guru dan teman sejawat berkategori "sangat baik". Uji terbatas menggunakan modul berbasis android dengan melibatkan sepuluh peserta didik kelas XI menunjukkan bahwa modul berkategori "baik" dengan skor sebesar 3.12, sehingga modul berbasis *android mobile* telah layak digunakan sebagai media dalam pembelajaran biologi.

Kata kunci: modul *android mobile*, ekosistem lokal, PjBL

PENDAHULUAN

Indonesia merupakan negara kepulauan yang di dalamnya terdapat berbagai vegetasi alam yang beragam. Inilah merupakan salah satu faktor yang menyebabkan adanya keberagaman ekosistem di setiap wilayah. Seperti pada pulau Jawa, walaupun berbagai provinsi terletak dalam pulau yang sama tetapi setiap daerah memiliki potensi alam yang berbeda-beda. Adanya potensi alam yang beragam ini menyebabkan terbentuknya keanekaragaman ekosistem lokal di wilayah pulau jawa. Potensi lokal ini sangatlah menarik bila dapat dimanfaatkan

dalam dunia pendidikan yaitu sebagai sumber belajar.

Penelitian ini mengangkat sumber belajar berbasis potensi lokal yang dimiliki kawasan Yogyakarta yaitu kawasan Taman Nasional Gunung Merapi. Potensi lokal yang dimiliki Yogyakarta tersebut dikemas dalam bentuk modul android yang bersifat interaktif sehingga dapat menarik minat peserta didik untuk mempelajari materi ekosistem. Penggunaan modul menjadikan peserta didik dapat belajar mandiri seperti dipaparkan oleh Ditjen MPDM (2008: 20) modul merupakan seperangkat bahan ajar yang disajikan secara sistematis sehingga penggunaanya dapat belajar dengan atau tanpa seorang fasilitator/guru. Hal serupa diungkapkan oleh Russell (Sungkono, dkk. 2003: 6-7), bahwa modul merupakan suatu paket belajar yang berkenaan dengan satu unit bahan pelajaran. Melalui modul pembelajaran, siswa dapat mempelajari materi dengan belajar secara individual.

Penelitian ini mengembangkan modul pembelajaran biologi berbasis *android mobile* dengan program *website* yang dapat digunakan pada *smartphone* dan tablet. Cordock (2010: 24), menjelaskan bahwa *android* merupakan sebuah produk dari *google* yang memiliki berbagai macam fitur dan *operating system* yang kuat, tidak seperti kebanyakan sistem operasi pada *smartphone* lainnya, sistem operasi *android* bersifat *open source* dan bebas untuk produsen ponsel. Android merupakan sistem yang bersifat *open source* yaitu dapat bebas dikembangkan dengan menggabungkan berbagai teknologi canggih (Begun, 2011: 6). Platform ini akan terus berkembang sebagai komunitas pengembang yang bekerjasama untuk membangun *mobile* dengan aplikasi yang inovatif (Calimag, Miguel, Conde, & Aquino, 2014: 124). Merujuk dari pendapat beberapa ahli bahwa android merupakan suatu *platform* produk dari *google* yang memiliki banyak fitur yang memiliki sistem operasi yang bersifat terbuka.

Kelebihan perangkat android yaitu sangat efektif dan efisien dalam penggunaannya seperti yang dipaparkan Cabanban & Marcos (2013: 99) bahwa salah satu alasan utama penggunaan android di ponsel adalah pengembangan teknologi ini lebih efektif dan efisien dibandingkan teknologi lainnya karena

mudah digunakan dan memiliki aplikasi yang menarik. Sistem operasi android juga memungkinkan pengaksesan informasi dan materi belajar kapanpun dan dimanapun. Peserta didik memiliki kontrol atas tempat dan waktu untuk belajar. Pengguna media memiliki kesempatan yang sama dalam mengakses informasi dan materi belajar untuk meningkatkan kualitas mereka terlepas dari asal, status dan budaya (Ally, 2009: 1). Melalui berbagai kelebihan yang terdapat dalam sistem operasi android, maka dapat dikembangkan modul yang memiliki aplikasi menarik, serta dapat diakses dimanapun dan kapanpun dengan mudah.

Modul berbasis *android mobile* dikembangkan menggunakan model *Design and Development Research* yaitu studi sistematis tentang desain, pengembangan, dan proses evaluasi dengan tujuan membangun dasar empiris untuk menciptakan produk instruksional dan non instruksional (Richey & Klein, 2007: 1; Richey & Klein, 2014: 142). Tujuan pengembangan teknologi adalah untuk meningkatkan proses rancangan instruksional, pengembangan dan evaluasi yang didasarkan pada keadaan untuk memberikan solusi pada suatu permasalahan yang spesifik (Richey & Klein, 2005: 25; Richey, Klein & Nelson, 2004: 1100). Modul berbasis *android mobile* yang dirancang bersifat klasikal dengan kegiatan pembelajaran yang dirancang dan disesuaikan dengan sintak *project-based learning*.

Pengembangan modul berbasis *android mobile* ini sejalan dengan tuntutan kurikulum 2013 yakni pembelajaran yang efektif dan berpusat pada siswa (*student center*). Salah satu model pembelajaran yang relevan dengan k-13 yaitu model *project-based learning* (PjBL). Melalui PjBL, teknologi dapat mendukung aktivitas belajar serta dapat mengembangkan potensi peserta didik (Boss & Kraus, 2007: 83), memudahkan aktivitas belajar peserta didik (Markham, 2012: 52), serta menghasilkan produk yang berkualitas (Patton, 2012: 13). PjBL dapat memberikan kesempatan bagi guru dalam membuat teknologi berbasis *website* untuk mendukung guru dalam pembelajaran serta mengukur peningkatan perkembangan belajar peserta didik (Ravits, Margendoller, & Markham, 2004: 4).

Berbagai potensi yang dimiliki Indonesia khususnya potensi lokal ekosistem pegunungan (Taman Nasional Gunung Merapi) Yogyakarta beserta dukungan dari

perkembangan teknologi menjadikan adanya inovasi media pembelajaran berupa modul berbasis *android mobile* yang ada di dalam dunia pendidikan. Berdasarkan identifikasi tersebut, maka tujuan dari penelitian ini yaitu untuk mengetahui kelayakan modul pembelajaran biologi berbasis *android mobile* ini dengan materi ekosistem lokal. Diharapkan dengan adanya perkembangan pembelajaran dan teknologi di abad 21 yang semakin pesat terutama di kawasan ekososistem pegunungan dapat menjadikan semakin meningkatnya inovasi dalam dunia pendidikan.

METODE PENELITIAN

Pengembangan modul berbasis *android mobile* dengan model pengembangan *design development research* dikembangkan oleh Richey dan Klein. Pengembangan yang dilakukan dalam penelitian ini mencapai tahap validasi yang mencakup tiga tahapan yaitu: *model development*, *model validation (internal)*, *model validation (external)*, dan *model use*. Model pengembangan (*model development*) merupakan tahap pengkajian teori yang mengulas mengenai keunggulan modul berbasis android dibandingkan dengan modul cetak.

Tahap validasi internal produk merupakan tahapan validasi modul secara internal dengan menggunakan angket yang berisikan aspek konstruksi yaitu mengenai cara membuat modul dan aspek pembelajaran, sedangkan aspek substansi yang dilihat dari setiap materi yang sesuai dengan indikator. Validasi eksternal merupakan tindak lanjut dari validasi internal. Validasi eksternal dilakukan dengan cara *facevalidity* yang meliputi ahli materi/substansi, ahli konstruksi/pembelajaran, dua orang guru, dan tiga orang *peer reviwer*. *Model use* mencapai tahap uji terbatas dilakukan pada siswa kelas XI SMA N 2 Ngaglik yang berjumlah 10 orang.

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

Produk modul berbasis *android mobile* dikembangkan berbasis *web* yang dapat diunduh melalui *google play store* di android. Produk ini memuat materi

ekosistem pegunungan yaitu komponen penyusun ekosistem, interaksi dalam ekosistem, serta daur biogeokimia yang terjadi dalam ekosistem. Hasil penyusunan awal produk kemudian divalidasi oleh dosen ahli yang meliputi aspek substansi materi, serta aspek konstruksi yang meliputi pembelajaran, penyajian serta kegrafisan.

Hasil validasi eksternal dari para ahli berupa data kuantitatif yang diambil menggunakan angket berskala *likert*. Data tersebut selanjutnya diolah dalam bentuk kualitatif berdasarkan acuan penskoran. Rerata dari skor yang diperoleh selanjutnya diubah dalam suatu kriteria sesuai dengan acuan penskoran.

a. Validasi Substansi oleh Ahli Materi

Validasi dilakukan oleh ahli materi untuk menilai kesesuaian materi dalam pengembangan modul berbasis *android mobile*. Berikut pada Tabel 1 adalah hasil validasi ahli materi.

Tabel 1. Hasil Validasi Substansi oleh Ahli Materi

No	Aspek yang dinilai	Rerata Skor	Kriteria
1	Kualitas materi pembelajaran	3,5	Sangat Baik

Pada Tabel 1 memuat informasi mengenai hasil validasi substansi oleh ahli materi dengan rerata skor penilaian 3,5 dengan kriteria "sangat baik".

b. Validasi Ahli Konstruksi

Validasi ini mencakup aspek pembelajaran, penyajian serta kegrafisan. Validasi yang dilakukan oleh seorang ahli ini dilakukan untuk mendapatkan informasi mengenai ketiga aspek tersebut. Hasil validasi ahli konstruksi disajikan dalam Tabel 2.

Tabel 2. Hasil Validasi Ahli Konstruksi

No	Aspek yang dinilai	Rerata Skor	Kriteria
1	Kualitas pembelajaran	3,67	Sangat Baik
2	Kualitas penyajian	3,56	Sangat Baik
3	Kualitas kegrafisan	3,67	Sangat Baik
Rerata Keseluruhan Aspek		3,63	Sangat Baik

Pada Tabel 2 menunjukkan bahwa hasil validasi konstruksi oleh ahli

konstruksi yang terdiri atas tiga aspek yaitu aspek pembelajaran diperoleh rerata 3,67 dengan kriteria "sangat baik", aspek penyajian diperoleh rerata 3,57 dengan kriteria "sangat baik", dan aspek kegrafisan diperoleh rerata 3,67 dengan kriteria "sangat baik". Sedangkan rerata keseluruhan aspek diperoleh skor penilaian 3,63 dengan kriteria "sangat baik".

c. Validasi Guru dan Teman Sejawat

Produk modul berbasis *android mobile* yang sebelumnya telah divalidasi kemudian direvisi, selanjutnya ditinjau ulang oleh dua orang guru dan tiga orang teman sejawat. Hasil validasi guru dan teman sejawat adalah sebagai berikut (Tabel 3 dan Tabel 4).

Tabel 3. Hasil Penilaian Media oleh Guru Biologi

No	Penilai	Aspek yang dinilai			
		Kualitas materi	Kualitas pembelajaran	Kualitas penyajian	Kualitas Kefrafisan
1	Guru 1	3,63	3,67	3,67	4
2	Guru 2	3,5	3,56	3,56	3,67
Rerata		3,56	3,61	3,61	3,83
Kriteria Skor		Sangat Baik	Sangat Baik	Sangat Baik	Sangat Baik
Rerata Skor Total		3,65			
Kriteria		Sangat Baik			

Tabel 4. Hasil Penilaian Media oleh Teman Sejawat

No	Penilai	Aspek yang dinilai			
		Kualitas materi	Kualitas pembelajaran	Kualitas penyajian	Kualitas Kefrafisan
1	Teman Sejawat 1	3,50	3,22	3,44	3,67
2	Teman Sejawat 2	3,38	3,78	3,78	3,5
3	Teman Sejawat 3	3,75	3,56	3,78	3,67
Rerata		3,54	3,52	3,67	3,61
Kriteria Skor		Sangat Baik	Sangat Baik	Sangat Baik	Sangat Baik
Rerata Skor Total		3,58			
Kriteria		Sangat Baik			

Pada Tabel 3 mengenai hasil penilaian media oleh guru biologi menunjukan bahwa aspek kualitas materi diperoleh rerata 3,56 dengan kriteria "sangat baik", aspek kualitas pembelajaran memiliki rerata 3,61 ber kriteria "sangat baik", aspek

kualitas penyajian mendapatkan hasil rerata 3,61 dengan kriteria "sangat baik", dan aspek kualitas penyajian diperoleh rerata 3,83 ber kriteria "sangat baik". Rerata penilaian media oleh guru sebesar 3,65 dengan kriteria "sangat baik".

Hasil penilaian media oleh teman sejawat (*peer reviewer*) disajikan dalam Tabel 4 menunjukkan bahwa aspek kualitas materi memiliki nilai rerata 3,54 ber kriteria "sangat baik", aspek kualitas pembelajaran diperoleh rerata sebesar 3,52 dengan kriteria "sangat baik", aspek kualitas penyajian memiliki nilai rerata sebesar 3,67 ber kriteria "sangat baik", dan aspek kualitas penyajian diperoleh rerata sebesar 3,61 dengan kriteria "sangat baik". Rerata penilaian media oleh guru sebesar 3,58 dengan kriteria "sangat baik". Berdasarkan hasil dari Tabel 3 dan Tabel 4 maka hasil validasi modul yang dilakukan oleh dua orang guru biologi SMA Negeri 2 Ngaglik dan tiga orang teman sejawat terhadap produk modul ekologi pegunungan berbasis *android mobile* sudah siap digunakan untuk pembelajaran.

Uji Coba Terbatas

Uji coba terbatas merupakan pengujian media dalam lingkup kecil yang merupakan salah satu tahapan dalam model penggunaan (*model use*) DDR. Uji coba terbatas dilaksanakan pada siswa kelas XI SMA Negeri 2 Ngaglik. Uji ini dilakukan setelah adanya revisi modul berdasarkan saran serta masukan dari dosen ahli substansi dan ahli konstruksi. Pada uji coba terbatas bertujuan untuk mengetahui penilaian siswa terhadap produk yang dikembangkan.

a. Hasil Penilaian Siswa terhadap Modul Berbasis *Android Mobile*

Aspek yang dinilai mencakup empat aspek antara lain aspek kualitas materi, aspek kualitas bahasa dan gambar, aspek penyajian dan aspek tampilan. Hasil penilaian siswa terhadap modul ekologi pegunungan berbasis *android mobile* disajikan pada Tabel 5 sebagai berikut.

Tabel 5. Hasil Penilaian Siswa Terhadap Media pada Uji Coba Terbatas

No	Aspek Penilaian	Rerata Skor	Kriteria
1	Kualiatas Materi	3,28	Baik
2	Kualitas Bahasa dan Gambar	3,08	Baik
3	Kualitas Penyajian	3,09	Baik
4	Kualitas Tampilan	3,12	Baik
Rerata Skor		3,12	Baik

Tabel 5 menunjukkan data hasil penilaian siswa terhadap modul berbasis *android mobile* pada uji coba terbatas. Aspek penilaian meliputi empat aspek yaitu kualitas materi, kualitas bahasa dan gambar, kualitas penyajian, dan kualitas tampilan. Kualitas materi yang terdapat dalam modul berbasis *android mobile* menunjukkan rerata skor 3,28 dengan kriteria "baik". Rerata hasil penilaian aspek kualitas bahasa dan gambar menunjukkan skor 3,08 dengan kriteria "baik". Pada aspek kualitas penyajian menunjukkan rerata skor 3,09 dengan kriteria "baik". Kualitas tampilan dalam modul menunjukkan skor 3,12 dengan kriteria "baik". Secara keseluruhan rerata dari keempat aspek tersebut adalah 3,12 dengan kriteria "baik". Dengan demikian maka dapat disimpulkan bahwa modul pembelajaran berbasis *android mobile* yang dikembangkan telah layak digunakan dalam pembelajaran dan perlu diujikan dalam uji coba lapangan. Seperti yang dipaparkan oleh Richey & Klein (2010: 76) bahwa setelah adanya uji coba terbatas pada pengembangan media pada tahap validasi maka kemudian dilanjutkan dengan adanya uji coba lapangan.

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Berdasarkan analisis data dan pembahasan yang telah dilakukan maka disimpulkan bahwa modul pembelajaran biologi berbasis *android mobile* melalui model *project-based learning* pada materi ekosistem pegunungan layak digunakan sebagai sumber pembelajaran kelas X SMA. Ditinjau dari segi substansi maupun konstruksi oleh ahli substansi, ahli konstruksi, guru dan teman sejawat dengan kriteria "sangat baik", serta penilaian peserta didik pada uji coba terbatas dengan

kriteria "baik" dengan skor 3.12.

Saran

Berdasarkan hasil penelitian, saran yang dapat disampaikan yaitu penelitian pengembangan ini baru mencapai tahap validasi pada langkah *model use* (model pengembangan) yaitu uji coba terbatas, sehingga diperlukan lanjutan dari langkah *model use* yaitu uji coba lapangan untuk mengetahui keefektifan modul dalam meningkatkan hasil belajar peserta didik.

DAFTAR PUSTAKA

- Ally, M. (2009). *Mobile Learning Transforming the Delivery of Education and Training*. Edmonton: AU Press.
- Begun, D.A. (2011). *Amazing android apps for dummies*. USA: Willey Publising, Inc.
- Boss, S., & Kraus, J. (2007). *Reinventing project-based learning: your field guide to real-world project in the digitas age*. USA: International Society for Technology in Education.
- Cabanban, Christianne Lynnette G. & Marcos, D. M. (2013). *Development of Mobile Learning Using Android Platform*. International Journal of Information Technology & Computer Science (IJITCS) (ISSN No : 2091-1610) Volume 9 : Issue No : 1 : Issue on May / June, 2013.
- Calimag, J. N., Miguel, P. A., Conde, R. S., & Aquino, L. B. (2014). Ubiquitous learning environment using android mobile application. *International Journal of Research in Engineering & Technology*, 2 (2), 119-128.
- Cordock, R.P. (2010). The future of mobile learning. *Training Journal*, 24, 22-26.
- Ditjen MPDM. (2008). Panduan pengembangan bahan ajar, Tahun 2008.
- Sungkono, Djauhar, Murti Kusuma. (2003). *Pengembangan Bahan Ajar*. Diklat kuliah: Fakultas Ilmu Pendidikan Universitas Negeri Yogyakarta
- Markham, T. (2012). *Project based learning: design and coaching guide*. California: Wilsted & Taylor Publishing Services.

- Patton, A. (2012). *What work matters: the tescher's guide to project-based learning*. California: The Paul Hamlyn Foundation.
- Ravits, J., Margendoller, J., & Markham, T. (2004). Online profesional development for project based learning: pathways to systematic improvement. *Association for Educational Communications and Technology*. 1-12.
- Richey, R. C., Klein, J. D., & Nelson, W. (2004). Developmental research: studies of instructional design and development. In D. Jonassen (Ed) *Handbook of Research for Educational Communication and Technology* (2nd ed). Mahwah, Nj: Lawrence Erlbaum Associates, Inc.
- Richey, R. C., & Klein, J. D. (2005). Developmental research methods: creating knowladge from instructional design and development practice. *Journal of Computing in Higher Education*. 16 (2). 23-38.
- _____. (2007). *Design and development research: Methods, strategies and issues*. Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum Associates, Publishers.
- _____. (2014). *Handbook of research communications and technology: design and development research*. New York: Springer Science+Business Media.

**KEMAMPUAN BERPIKIR KRITIS SEBAGAI DASAR
MENINGKATKAN KEPEDULIAN SISWA TERHADAP LINGKUNGAN**

Atik Kurniawati

Prodi Pendidikan Biologi, Jurdik Biologi FMIPA UNY
atik_kurniawati@uny.ac.id

Abstrak

Artikel ini bertujuan untuk mengkaji bagaimana keterkaitan antara kemampuan berpikir kritis dengan kepedulian terhadap lingkungan. Artikel ini membahas tentang kemampuan berpikir kritis dan kepedulian terhadap lingkungan serta indikatornya. Selain itu, artikel ini juga membahas tentang keterkaitan antara kemampuan berpikir kritis dengan kepedulian terhadap lingkungan. Melalui artikel kajian ini, diharapkan dapat memberi gambaran urgensi kemampuan berpikir kritis dalam meningkatkan kepedulian siswa terhadap lingkungan.

Kata Kunci: kemampuan berpikir kritis, kepedulian terhadap lingkungan

PENDAHULUAN

Lingkungan hidup merupakan bagian yang sangat penting bagi kelangsungan kehidupan manusia. Lingkungan hidup merupakan tempat manusia tinggal, wilayah manusia beraktivitas, tempat yang menyediakan berbagai hal untuk memenuhi kebutuhan manusia, baik makanan, udara, air, maupun bahan-bahan lainnya. Oleh Karena itu, menjaga dan mengelola lingkungan merupakan hal yang harus dilakukan. Jika tidak, lingkungan hidup akan mengalami kerusakan bahkan kebinasaan.

Kondisi lingkungan saat ini tidak menunjukkan hal yang menggembirakan. Data Statistik Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan (2014: 8) menunjukkan bahwa kualitas air sungai-sungai di Indonesia dari parameter TTS (*Total Suspended Solid*) kondisi sungai lintas provinsi di Indonesia banyak mengalami tingkat endapan di sepanjang sungai akibat adanya erosi tanah

semakin besar. Sedangkan statistik kualitas udara tahun 2014 di Indonesia dengan parameter kadar NO₂ dan SO₂ menunjukkan bahwa udara yang ada sudah tercemar. SO₂ yang menyebabkan hujan asam akan berdampak negatif bagi bangunan, pertanian/lahan, dan air. Hujan asam akan mengganggu keseimbangan ekosistem seperti membuat keasaman air danau semakin tinggi (Pusat Data dan Informasi, 2014: 25). Data tersebut merupakan salah satu data di antara data-data yang menunjukkan bahwa kondisi lingkungan saat ini, khususnya di Indonesia mengkhawatirkan.

Penyebab kerusakan lingkungan tersebut adalah aktivitas manusia yang tidak memperhatikan kesinambungan lingkungan. Aktivitas-aktivitas tersebut tidak didasari dengan kepedulian terhadap lingkungan. Hasil perhitungan Kementerian Lingkungan Hidup (KemenLH) 2013 (Eli, 2013) menunjukkan bahwa tingkat kepedulian masyarakat terhadap lingkungan hanya 57 persen. Deputy Menteri Lingkungan Hidup bidang pemberdayaan masyarakat, Ilyas Asaad menyebutkan bahwa angka tersebut mengindikasikan masyarakat belum berperilaku peduli lingkungan dalam kehidupan sehari-hari. Selain itu, data lain adalah hasil studi tentang perilaku masyarakat peduli lingkungan (Pusdi Kependudukan dan Kebijakan, 2014: 7). Hasil studi menunjukkan bahwa secara umum kepedulian masyarakat terhadap lingkungan masih tergolong rendah. Oleh karena itu, permasalahan kepedulian terhadap lingkungan yang rendah perlu dipecahkan.

Strategi yang dapat digunakan sebagai upaya untuk meningkatkan kepedulian terhadap lingkungan salah satunya berupa membangun kesadaran. Kesadaran bahwa lingkungan perlu dijaga dan dilestarikan untuk keberlanjutannya. Salah satu penopang pembangun kesadaran ini adalah memandang lingkungan dengan sudut pandang yang lebih kritis atau dalam artian menggunakan kemampuan berpikir kritis dalam melihat kondisi lingkungan saat ini. Melalui berpikir kritis, seseorang dapat memiliki pemahaman yang mendalam terhadap lingkungan, baik kondisinya, kemudian memikirkan apa yang sebaiknya dilakukan. Sehingga dengan kesadaran yang terbangun, dapat meningkatkan kepedulian terhadap lingkungan.

Berdasarkan pemaparan di atas, kajian ilmiah ini bertujuan untuk mengkaji bagaimana keterkaitan antara kemampuan berpikir kritis dengan kepedulian terhadap lingkungan. Manfaat dari kajian ini diharapkan dapat memberi gambaran urgensi kemampuan berpikir kritis dalam meningkatkan kepedulian terhadap lingkungan khususnya pada peserta didik.

PEMBAHASAN

A. Kemampuan Berpikir Kritis

Kemampuan berikir kritis merupakan kemampuan yang perlu dimiliki oleh setiap orang sebagai produk dari berpikir yang mendalam. Berpikir kritis oleh Johnson (2009: 183) didefinisikan sebagai sebuah proses yang terarah dan jelas yang digunakan dalam kegiatan mental seperti memecahkan masalah, mengambil keputusan, membujuk, menganalisis asumsi, dan melakukan penelitian ilmiah. Selain itu, berpikir kritis juga bermakna kemampuan untuk berpendapat dengan cara yang terorganisasi dan kemampuan untuk mengevaluasi secara sistematis bobot pendapat pribadi dan orang lain.

Johnson (2009: 185) mengungkapkan tujuan seseorang berpikir kritis adalah untuk mencapai pemahaman mendalam. Pemahaman mendalam membantu seseorang mengerti maksud di balik suatu kejadian yang terjadi dalam kesehariannya. Berpikir kritis sangat membantu seseorang untuk memahami bagaimana melihat kedudukan diri sendiri, orang lain, dan dunia serta melihat bagaimana berhubungan dengan orang lain.

Rugerio (Johnson, 2009: 189) menyebutkan bahwa berpikir kritis merupakan sebuah keterampilan hidup, bukan hobi di bidang akademik. Keterampilan hidup dan hobi memiliki makna berbeda. Berpikir kritis adalah kemampuan berpikir yang bisa dikembangkan oleh setiap orang, sehingga kemampuan ini perlu diajarkan di sekolah formal. Menurut Slavin (2011: 38-39), harapan dalam mengajarkan kemampuan berpikir kritis pada siswa ialah menciptakan semangat kritis yang mendorong siswa untuk mempertanyakan apa yang mereka dengar dan memeriksa pemikiran mereka sendiri untuk melihat

ketidakkonsistenan atau kekeliruan logika.

Pemahaman mendalam dalam berpikir kritis ini dapat tercapai dengan adanya keterampilan-keterampilan lain yang mendukung. Keterampilan-keterampilan lain yang disebutkan oleh Fischer (2009: 8) meliputi bagaimana: mengidentifikasi elemen-elemen dalam kasus yang dipikirkan; mengidentifikasi dan mengevaluasi asumsi-asumsi; mengklarifikasi dan menginterpretasi pernyataan dan gagasan-; menilai akseptabilitas; mengevaluasi argumen-argumen yang beragam jenisnya; menganalisis, mengevaluasi, dan menghasilkan penjelasan-penjelasan; menganalisis, mengevaluasi, dan membuat keputusan-keputusan; menarik inferensi-inferensi; dan menghasilkan argumen.

Beberapa indikator/parameter digunakan dalam mengukur kemampuan berpikir kritis pada diri seseorang. Kemampuan berpikir kritis terdiri atas mengidentifikasi dan menganalisis argumen, mempertimbangkan pengaruh eksternal pada arguing, memberi analisis ilmiah, dan memberi alasan yang logis (Varaki, 2006: 180). Nitko & Brookhart (2011: 237-239) menyebutkan strategi penilaian kemampuan berpikir kritis menurut terdiri atas 5 kategori dengan 13 indikator di dalamnya yang dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Indikator Kemampuan Berpikir Kritis

Kategori Berpikir Kritis	Strategi
<i>Elementary clarification</i>	1. Memfokuskan pada sebuah pertanyaan
	2. Menganalisis argumen
	3. <i>Ask clarifying questions</i>
<i>Basic support of an argument</i>	4. Menentukan kredibilitas suatu sumber
	5. Memutuskan (<i>judge</i>) laporan observasi
<i>Inferences</i>	6. Memutuskan deduksi dengan: (a) membandingkan kesimpulan-kesimpulan yang berbeda (b) memutuskan kebenaran dari suatu kesimpulan.
	7. Memutuskan induksi
	8. Membuat keputusan tentang nilai
<i>Advanced clarification</i>	9. Menentukan definisi
	10. Mengidentifikasi asumsi yang implisit
<i>Strategies dan tactics</i>	11. Memutuskan sebuah tindakan
	12. Berinteraksi dengan yang lain

Kategori Berpikir Kritis	Strategi
	13. Mengidentifikasi retorikal mekanis dan taktik

B. Kepedulian terhadap Lingkungan

Pengertian lingkungan hidup dalam Undang-Undang RI No. 32 Tahun 2009 tentang Pengelolaan Lingkungan Hidup adalah kesatuan ruang dengan semua benda, daya, keadaan, dan makhluk hidup, termasuk manusia dan perilakunya, yang mempengaruhi alam itu sendiri, kelangsungan perikehidupan, dan kesejahteraan manusia serta makhluk hidup lain. Keseimbangan lingkungan menjadi hal yang sangat penting dan bergantung pada salah satunya manusia.

Manusia sebagai komponen sekaligus sebagai pengguna lingkungan merupakan tokoh sentral dalam keberlangsungan keseimbangan lingkungan. Keseimbangan lingkungan dapat tercapai dengan menerapkan prinsip-prinsip etika lingkungan di dalamnya. Definisi etika dalam Kamus Besar Bahasa Indonesia (2008: 402) adalah kumpulan asas atau nilai yang berkenaan dengan akhlak; asas perilaku yang menjadi pedoman. Sehingga etika lingkungan dapat diartikan sebagai perilaku yang menjadi pedoman yang berhubungan dengan lingkungan. Prinsip-prinsip etika lingkungan menurut Sony Keraf (Prabang, 2011: 8-10) meliputi: a. sikap hormat terhadap alam; b. prinsip tanggung jawab; c. solidaritas kosmis; d. kasih sayang dan kepedulian terhadap alam; e. tidak merugikan; f. hidup sederhana dan serasi dengan alam; g. keadilan; h. demokrasi; dan i. integritas moral.

Salah satu prinsip etika lingkungan adalah kasih sayang dan kepedulian terhadap alam. Kata peduli dalam Kamus Besar Bahasa Indonesia bermakna sebagai menaruh perhatian, mengindahkan, memperhatikan, dan menghiraukan (2008: 1114). Sedangkan definisi kepedulian adalah perilaku sangat peduli atau sikap mengindahkan, sehingga dapat ditarik pengertian kepedulian lingkungan sebagai peka dan peduli terhadap hal-hal yang berkaitan dengan lingkungan sekitar dan senantiasa memperbaiki bila terjadi pencemaran atau ketidakseimbangan. Kepedulian terhadap lingkungan diwujudkan dalam bentuk

berbagai perilaku yang diterapkan dalam kehidupan sehari-hari.

Parameter yang digunakan oleh Pusdi Kependudukan dan Kebijakan UGM (2015, 2-6) untuk mengukur suatu masyarakat memiliki perilaku peduli terhadap lingkungan meliputi:

1. Perilaku hidup sehat
2. Perilaku penyumbang emisi karbon
3. Perilaku pemanfaatan air bersih
4. Perilaku membuang sampah
5. Perilaku konsumsi energi

C. Keterkaitan antara Kemampuan Berpikir Kritis dan Kepedulian terhadap Lingkungan

Kepedulian terhadap lingkungan menjadi hal yang penting dimiliki oleh setiap orang. Enam alasan menurut Jasmine (2016) mengapa kita harus peduli pada lingkungan, yaitu: (1) lingkungan yang bersih adalah syarat hidup sehat, (2) suhu bumi yang terus meningkat, (3) masih ada generasi penerus yang membutuhkan lingkungan yang kita tinggali, (4) keanekaragaman hayati sangat penting, (5) peduli lingkungan merupakan cerminan karakter diri, dan (6) bumi adalah tempat tinggal kita. Oleh karena itu, kepedulian terhadap lingkungan menjadi hal yang perlu diperhatikan. Namun demikian, data-data yang telah dipaparkan menunjukkan rendahnya kepedulian masyarakat terhadap lingkungan.

Berbagai hal yang menyebabkan rendahnya kepedulian masyarakat terhadap lingkungan. Salah satunya adalah ketidaksadaran masyarakat terhadap lingkungan itu sendiri. Ketidaksadaran ini dipengaruhi oleh beberapa faktor, yaitu: ketidaktahuan, kemiskinan, kemanusiaan, dan gaya hidup (Syafilisyah, 2014: 7-8). Dari keempat faktor tersebut, ketidaktahuan yang dapat diupayakan dalam dunia pendidikan, yaitu pada siswa. Ketidaktahuan atau dengan kata lain belum memiliki pengetahuan mempengaruhi ketidaksadaran terhadap lingkungan.

Penyampaian pengetahuan lingkungan kepada peserta didik tidak hanya sekedar memberikan ceramah saja, tetapi yang melibatkan proses berpikir di

dalamnya. Dengan melibatkan proses berpikir, akan membuat pengetahuan tersebut lebih bermakna. Harapannya dapat meningkatkan kepedulian siswa terhadap lingkungan. Proses berpikir yang dilibatkan adalah proses berpikir yang mendalam atau berpikir kritis.

Proses berpikir kritis yang dimasukkan dalam pembelajaran dari awal kegiatan. Tujuan dan kegiatan pembelajaran pun disesuaikan agar dapat memfasilitasi siswa untuk berpikir kritis. Kegiatan yang dapat dirancang setidaknya melibatkan aktivitas berikut:

1. Siswa mengidentifikasi kondisi lingkungan, sehingga mengetahui situasi yang terjadi atau kualitas lingkungan yang diidentifikasi, apakah tercemar atau sebaliknya.
2. Siswa juga melakukan analisis ilmiah serta memberikan alasan yang logis bagaimana hal tersebut terjadi.
3. Peserta menyimpulkan tindakan yang tepat dalam mengatasi hal tersebut dalam upaya pelestarian lingkungan hidup.

Pelaksanaan kegiatan yang melibatkan siswa untuk mengidentifikasi, menganalisis hingga menyimpulkan dapat memberikan gambaran bagi siswa bagaimana bertindak dalam kehidupan sehari-hari. Dan diharapkan kepedulian siswa terhadap lingkungan pun meningkat seiring dengan bertambah pengetahuan tentang lingkungan.

PENUTUP

Kepedulian terhadap lingkungan perlu dimiliki oleh setiap orang untuk menjaga keberlangsungan lingkungan pada masa sekarang dan masa mendatang. Upaya peningkatan kepedulian terhadap lingkungan dapat dilakukan melalui pembangunan kesadaran masyarakat terhadap pentingnya menjaga dan melestarikan lingkungan. Kesadaran masyarakat ini dibangun dengan landasan menggunakan pemikiran yang mendalam dengan melibatkan kemampuan berpikir kritis di dalamnya.

DAFTAR PUSTAKA

- Eli Kamilah. (2013). *57Persen Masyarakat Peduli Lingkungan*. Diambil dari http://kbr.id/nasional/03-2013/57_persen_masyarakat_peduli_lingkungan/20757.html tanggal November 2016 pukul 21.15 WIB.
- Fisher, A. (2009). *Critical thinking; an introduction*. (Terjemahan Benyamin Hadinata). London: Cambridge University Press. (Buku asli diterbitkan tahun 2007).
- Jasmine. (2016). *6 Reason You Should Care About Our Environment*. Diambil dari <http://ecoadmirer.com/6-reasons-you-should-care-about-our-environment/> tanggal November 2016 pukul 0830 WIB.
- Johnson, E.B. (2009). *Contextual teaching and learning (7th ed)*. (Terjemahan Ibnu Setiawan). California: Corwin Press, Inc. (Buku asli diterbitkan tahun 2002).
- Nitko, A. J., & Brookhart, S.M. (2011). *Educational assessment of students*. United States of America: Pearson Education, Inc.
- Prabang Setyono. (2011). *Etika, Moral dan Bunuh Diri Lingkungan dalam Perspektif Ekologi (Solusi Berbasis Environmental Insight Quotient)*. Surakarta: UNS Press & LPP UNS.
- Pusat Data dan Informasi. (2014). *Statistik Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan 2014*. Jakarta: Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan.
- Pusdi Kependudukan dan Kebijakan. (2014). *Indeks Perilaku Peduli Lingkungan Di Yogyakarta: Potret Rendahnya Kepedulian Masyarakat terhadap Lingkungan*. Yogyakarta.
- Safrilsyah & Fitriani. (2014). *Agama dan Kesadaran Menjaga Lingkungan Hidup*. *Substantia*, 16 (1), 61-78.
- Slavin, R. E. (2011). *Psikologi pendidikan, teori dan praktik, edisi kesembilan, jilid 2*. (Terjemahan Marianto Samosir). New Jersey: Pearson Education, Inc. (Buku asli diterbitkan tahun 2009).
- Tim Penyusun Kamus Pusat Bahasa. (2008). *Kamus Besar Bahasa Indonesia*. Jakarta: Pusat Bahasa.
- Undang-Undang RI No. 32 Tahun 2009 tentang Pengelolaan Lingkungan Hidup.
- Varaki, B.S. (2006). A reflection on three web-based teaching critical thinking: toward a compromise approach. *Ankara University, journal of Faculty of educational Science*, 39 (2), 177-191.

**PENGARUH MODEL *GROUP INVESTIGATION* (GI) TERHADAP
KEMAMPUAN KERJASAMA DAN KETERAMPILAN PROSES SAINS
SISWA KELAS X SMA NEGERI 1 PENGASIH**

Anteng Saraswati¹, Djukri², Paidi³
Program Pascasarjana Pendidikan Biologi
Universitas Negeri Yogyakarta
antengsaraswati15@gmail.com, uny_djukri@yahoo.com

Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh model *Group Investigation* (GI) terhadap kemampuan kerjasama dan keterampilan proses sains siswa kelas X di SMA Negeri 1 Pengasih. Penelitian ini merupakan penelitian quasi eksperimen dengan desain penelitian *non-equivalent pretest posttest control group desain*. Populasi penelitian ini adalah seluruh siswa kelas X di SMA Negeri 1 Pengasih. Pengambilan sampel dilakukan secara *random sampling* dengan menggunakan dua kelas, yaitu X MIA 1 untuk kelas eksperimen dan X MIA 2 untuk kelas kontrol. Kelas eksperimen menerapkan pembelajaran GI dan kelas kontrol menerapkan pembelajaran konvensional. Analisis data menggunakan *Multivariate Analysis of Variance* (MANOVA). Hasil analisis uji statistik dengan MANOVA menunjukkan bahwa model pembelajaran GI berpengaruh terhadap kemampuan kerjasama dengan nilai sig. 0,000 dan nilai sig. 0,019 untuk keterampilan proses sains siswa.

Kata Kunci: *Group investigation* (GI), kemampuan kerjasama, keterampilan proses sains

PENDAHULUAN

Kurikulum 2013 adalah kurikulum yang mengembangkan kompetensi pada diri siswa yang mengharuskan adanya perubahan predikat dari keseimbangan *soft skill* dan *hard skill*. Kompetensi tersebut meliputi aspek pengetahuan, keterampilan, dan sikap. Kurikulum 2013 dikembangkan sebagai pola pembelajaran yang berpusat pada siswa (*student center*) melalui pola belajar kelompok atau tim. Kegiatan pembelajaran yang demikian diselenggarakan secara interaktif, inspiratif, menyenangkan, menantang, memotivasi siswa untuk

berpartisipasi secara aktif dalam proses pembelajaran.

Aspek pengetahuan harus dikembangkan agar siswa mempunyai bekal hidup di masa depan. Selain itu, ada juga aspek sikap yang merupakan kecenderungan mental yang berkaitan dengan orang, objek, subjek, peristiwa, dan sebagainya (Martin *et all*, 2005:12). Di dalam sains terdapat 3 sikap utama yang berpengaruh untuk menghasilkan suatu produk pembelajaran, yaitu sikap emosional, sikap intelektual, dan sikap penting. Salah satu sikap emosiaonal yang menentukan untuk memperoleh suatu pengalaman baru adalah sikap kerjasama.

Sikap kerjasama merupakan bagian dari keterampilan sosial. Menurut Oslund (Martin *et all*. 2005:168) keterampilan sosial dalam sains terdiri dari 3 kelompok, yaitu (1) *cluster skills*, yaitu sikap yang melibatkan kemampuan dalam pembelajaran kelompok secara cepat, (2) *camaraderie skills*, yaitu keterampilan membangun kekompakan dan mendorong kerjasama dalam kelompok sains, (3) *task skills*, yaitu sikap keterampilan yang menggunakan kemampuan berpikir kritis untuk membangun tingkat pemahaman. Oleh sebab itulah maka kerjasama menjadi penting sebagai salah satu aspek yang membantu membangun pemahaman pada diri siswa.

Aspek lain yang juga tidak kalah penting untuk dikembangkan dalam pembelajaran adalah aspek keterampilan. Pengembangan aspek ketrampilan siswa dalam proses pembelajaran harus sesuai dengan Kurikulum 2013. Sesuai dengan karakteristik pembelajaran biologi sebagai bagian dari pembelajaran IPA maka pembelajarannya harus melibatkan siswa secara langsung untuk memecahkan masalah dan penemuan konsep materi pembelajaran melalui metode ilmiah. Oleh sebab itulah maka dalam penilaian dan pembelajaran biologi harus memperhatikan karakteristik ilmiah biologi sebagai suatu proses dan produk, salah satunya dengan melatihkan keterampilan proses sains siswa.

Secara umum, keterampilan proses sains mengacu pada proses kognitif atau proses berpikir dimana siswa terlibat aktif dalam proses pembelajaran. Keterampilan proses yang lebih sering digunakan dan ditekankan oleh siswa dan ilmuan yang produktif dalam belajar yang lebih baik dalam memecahkan masalah

disebut keterampilan proses sains (Sheeba, 2013:109). Keterampilan proses sains (Ozgelen, 2012:283-292) adalah keterampilan berpikir saintis yang digunakan untuk mengkonstruksi pengetahuan agar dapat memecahkan masalah dan merumuskan hasil.

Ada banyak model pembelajaran yang termasuk ke dalam pembelajaran dengan pendekatan saintifik yang didalamnya dapat digunakan untuk mengembangkan kompetensi-kompetensi tersebut. Salah satunya adalah model pembelajaran *Group Investigation* (GI). Model pembelajaran GI adalah salah satu model pembelajaran kooperatif yang didalamnya melibatkan siswa bekerja dalam suatu kelompok belajar. Kegiatan tersebut menuntut siswa untuk belajar bersama dan saling bekerjasama menyumbangkan pikiran dan idenya serta bertanggung jawab terhadap pencapaian hasil belajar individu dan kelompok.

Arends (2010:316) menyatakan bahwa *group investigation* (GI) adalah suatu pendekatan pembelajaran kooperatif memadukan tujuan akademik penyelidikan dan pembelajaran sosial-proses. Hal ini dapat digunakan dalam semua bidang subjek dan di semua usia tingkat. Dalam investigasi kelompok, siswa secara aktif terlibat dalam perencanaan dan pelaksanaan investigasi dan menyajikan temuan mereka untuk rekan-rekan dan lain-lain. investigasi kelompok dimulai dengan guru memberikan stimulus atau situasi masalah. Siswa kemudian menentukan lebih tepatnya masalah yang akan diteliti, menentukan peran yang diperlukan untuk melakukan penyelidikan, mengorganisir diri untuk mengumpulkan informasi, menganalisis data yang dikumpulkan, menyiapkan dan menyajikan laporan, dan mengevaluasi hasil kerja mereka dan proses mereka menggunakan.

Menurut Slavin (2005) ada beberapa tahapan dalam pembelajaran model GI diantaranya adalah : 1) mengidentifikasi topik dan mengatur siswa ke dalam kelompok, 2) merencanakan tugas yang akan dipelajari, 3) melaksanakan investigasi, 4) menyiapkan laporan, 5) mempresentasikan laporan akhir, 6) evaluasi.

Kegiatan-kegiatan pembelajaran yang demikian pada hakikatnya dirancang

untuk memberikan pengalaman belajar yang luas dan beragam bagi siswa serta menekankan pada upaya pengintegrasian dua proses, yaitu interaksi dan komunikasi siswa. Sebagaimana yang dikemukakan oleh Damini & Surian (2013:24-31) yang menyatakan bahwa ketika siswa berperan aktif dalam kelompoknya, maka motivasi bekerjasama siswa akan semakin besar.

Aspek lain yang dapat dikembangkan dari pembelajaran *Group Investigation* (GI) adalah aspek keterampilan. Salah satu contohnya adalah keterampilan proses sains siswa.

Aspek-aspek keterampilan proses sains yang dapat diamati dalam pembelajaran adalah mengamati, mengklasifikasikan, menyimpulkan, dan menginterpretasi data. Integrasi aspek-aspek tersebut dalam pembelajaran GI dapat dilakukan karena pada dasarnya pembelajaran GI adalah proses pembelajaran yang mengadopsi langkah-langkah dari metode ilmiah seperti yang tercakup dalam keterampilan proses sains.

Materi pembelajaran yang akan digunakan adalah materi bakteri. Berdasarkan hasil tinjauan karakteristik dan uraian materi pembelajaran bakteri diperoleh informasi bahwa materi pembelajaran tersebut bersifat mengidentifikasi dan menyajikan data yang berhubungan dengan struktur, bentuk, cara hidup, reproduksi, dan peran bakteri dalam kehidupan. Berdasarkan karakteristik dari materi tersebut, maka model pembelajaran *Group Investigation* (GI) sesuai dan mampu diimplementasikan.

Berdasarkan uraian di atas, peneliti bermaksud untuk melakukan penelitian dengan judul **“Pengaruh Model *Group Investigation* (GI) terhadap Kemampuan Kerjasama dan Keterampilan Proses Sains Siswa Kelas X di SMA Negeri 1 Pengasih”**.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini merupakan penelitian *quasi eksperiment* dengan desain penelitian *non-equivalent pretest posttest control group desain*. Desain penelitian disajikan pada Tabel 1 berikut:

Tabel 1. Desain Penelitian

Kelompok	<i>Pre-test</i>	<i>Treatment</i>	<i>Post-test</i>
Eksperimen	O ₁	X	O ₂
Kontrol	O ₃	-	O ₄

Keterangan :

O₁ = *pre-test* kelompok eksperimen

O₂ = *post-test* kelompok eksperimen

O₃ = *pre-test* kelompok kontrol

O₄ = *post-test* kelompok kontrol

X = pembelajaran menggunakan model pembelajaran *Group Investigation*

Populasi penelitian adalah seluruh siswa kelas X SMA Negeri 1 Pengasih, sedangkan sampelnya adalah siswa kelas X MIA 1 untuk kelas eksperimen dan X MIA 2 untuk kelas kontrol yang dipilih secara *random sampling*. Variabel yang akan diukur dalam penelitian ini adalah kemampuan kerjasama dan keterampilan proses sains siswa. Jenis data yang digunakan adalah data kuantitatif, yaitu data kemampuan kerjasama dan keterampilan proses sains.

Perangkat pembelajaran yang digunakan pada penelitian ini antara lain : silabus, RPP, LKS. Instrumen penelitian yang digunakan anatara lain: lembar observasi keterlaksanaan model pembelajaran *group investigation* (GI), angket untuk kemampuan kerjasama siswa dan tes keterampilan proses sains siswa.

Penelitian dilakukan sebanyak dua kali pertemuan. Pada setiap pertemuan dilakukan observasi tentang keterlaksanaan model pembelajaran *group investigation* (GI). *Pretest* dilakukan di awal pembelajaran pada pertemuan pertama, sedangkan *posttest* dilakukan di akhir pembelajaran pada pertemuan kedua.

Analisis data pada penelitian ini menggunakan *Multivariat Analysis of Variance* (MANOVA). Hal ini dikarenakan data variabel terikat yang akan diuji terdiri dari dua macam, yaitu kemampuan kerjasama dan keterampilan proses sains siswa.

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

Hasil penelitian pengaruh model *group investigation* (GI) terhadap kemampuan kerjasama dan keterampilan proses sains siswa kelas X SMA Negeri 1 Pengasih adalah sebagai berikut :

a. Keterlaksanaan model pembelajaran *group investigation* (GI)

Keterlaksanaan penerapan model diamati oleh dua pengamat dengan menggunakan lembar observasi keterlaksanaan model pembelajaran GI. Berikut pada Tabel 2 merupakan data keterlaksanaan model pembelajaran GI :

Tabel 2. Data keterlaksanaan model pembelajaran GI

No.	Pertemuan I	Keterlaksanaan	Pertemuan II	Keterlaksanaan
1.	Kegiatan awal	√	Kegiatan awal	√
2.	Kegiatan inti	√	Kegiatan inti	√
	a. Seleksi topik dan pembagian kelompok	√	a. Penrencanaan investigasi	√
	b. Perencanaan investigasi	√	b. Presentasi	√
	c. Kegiatan investigasi	√	c. Evaluasi	√
3.	Kegiatan penutup	√	Kegiatan penutup	√

Berdasarkan Tabel 2 dapat diketahui bahwa model pembelajaran GI yang sudah dirancang sudah terlaksana secara keseluruhan sesuai dengan Rencana Pelaksanaan Pembelajaran (RPP) yang sudah dibuat.

Pertemuan pertama pada kelas eksperimen dengan model *Group Investigation* (GI) meliputi kegiatan awal, kegiatan inti, dan penutup. Kegiatan awal guru mengawali kegiatan pembelajaran dengan salam, doa bersama, dan memeriksa kehadiran peserta didik serta orientasi. Kegiatan inti diawali dengan seleksi topik dan pembagian kelompok, perencanaan investigasi, dan kegiatan investigasi. Dalam kegiatan inti, siswa diajak untuk melakukan investigasi dengan menggunakan Lembar Kegiatan Siswa (LKS), literatur dan melihat video pembelajaran tentang struktur bakteri, bentuk bakteri, reproduksi bakteri, dan klasifikasi bakteri. Kegiatan akhir meliputi konfirmasi, penugasan, dan penutup.

Pertemuan kedua pada kelas eksperimen dengan model *Group Investigation* (GI) meliputi kegiatan awal, kegiatan inti, dan penutup. Kegiatan awal dan akhir sama dengan kegiatan awal pada pertemuan pertama, tetapi untuk kegiatan inti, siswa diminta untuk mempresentasikan hasil diskusi kelompok masing-masing.

b. Hasil *pretest* dan *posttest* kelas eksperimen dan kontrol

Perbedaan nilai *pretest* dan *posttest* dapat dilihat pada Tabel 3 berikut ini :

Tabel 3. Data Rata-Rata Hasil *Pretest* dan *Posttest* Kelas Eksperimen dan Kontrol

Kelas	Kemampuan Kerjasama		Keterampilan Proses Sains	
	<i>Pretest</i>	<i>Posttest</i>	<i>Pretest</i>	<i>Posttest</i>
Eksperimen	62,29	79,25	58,91	78,38
Kontrol	56,85	69,88	57,68	77,38

Berdasarkan Tabel 3 dapat diketahui bahwa kelas eksperimen lebih tinggi nilainya dibandingkan dengan kelas kontrol. Hal ini dikarenakan adanya pengaruh perlakuan menggunakan dengan menggunakan model GI yang menuntut siswa untuk berperan aktif dalam pembelajaran. Parchment (2009:23) menjelaskan bahwa model pembelajaran GI merupakan salah satu pedoman yang fleksibel yang mengatur proses belajar dengan tujuan untuk menciptakan kondisi yang memungkinkan siswa bekerjasama dengan teman untuk berpartisipasi dalam kegiatan pembelajaran.

Kegiatan pembelajaran aktif tersebut dapat memberikan keyakinan konsep kepada siswa dengan cara berinvestigasi (Irwan & Ridwan, 2015:45). Keterlibatan siswa mulai dari merencanakan, mengumpulkan data, mengolah data, dan menarik kesimpulan akan menguatkan ingatan dan pemahaman terhadap materi biologi yang sudah dipelajari. Dengan demikian pemahaman tersebut akan menguat dan mempengaruhi hasil belajar siswa.

c. Pengaruh model pembelajaran *group investigation* (GI) terhadap kemampuan kerjasama dan keterampilan proses sains siswa

Analisis data Pengaruh model pembelajaran *group investigation* (GI) terhadap kemampuan kerjasama dan keterampilan proses sains siswa menggunakan *Multivariat Analysis of Variance* (MANOVA). Hasil analisis MANOVA dapat dilihat pada Tabel 4 berikut ini :

Tabel 4. Hasil uji statistik data kemampuan kerjasama dan keterampilan proses sains siswa
Multivariate Tests^a

Effect		Value	F	Hypothesis df	Error df	Sig.	Partial Eta Squared
Intercept	Pillai's Trace	.997	5540.510 ^b	4.000	63.000	.000	.997
	Wilks' Lambda	.003	5540.510 ^b	4.000	63.000	.000	.997
	Hotelling's Trace	351.778	5540.510 ^b	4.000	63.000	.000	.997
	Roy's Largest Root	351.778	5540.510 ^b	4.000	63.000	.000	.997
Kelas	Pillai's Trace	.722	40.864 ^b	4.000	63.000	.000	.722
	Wilks' Lambda	.278	40.864 ^b	4.000	63.000	.000	.722
	Hotelling's Trace	2.595	40.864 ^b	4.000	63.000	.000	.722
	Roy's Largest Root	2.595	40.864 ^b	4.000	63.000	.000	.722

a. Design: Intercept + Kelas

b. Exact statistic

Berdasarkan hasil uji statistic dengan menggunakan *Multivariate Analysis of Variance* (MANOVA) dapat diketahui bahwa nilai signifikansi dengan uji Pillai's Trace Wilks' Lambda, Hotelling's Trace, dan Roy's Largest Root adalah sebesar 0,000. Nilai signifikansi tersebut lebih kecil dari nilai α 0,05, sehingga dapat disimpulkan bahwa ada perbedaan yang signifikan antara keterampilan proses sains dan sikap kerja sama siswa antara kelas eksperimen dengan menggunakan perangkat pembelajaran biologi model *Group Investigation* (GI) dan kelas kontrol dengan menggunakan perangkat pembelajaran konvensional.

Berdasarkan hasil analisis MANOVA tersebut menunjukkan bahwa model pembelajaran GI efektif untuk siswa. Model pembelajaran GI dapat memberikan kesempatan bagi siswa untuk interaksi kelompok dan kerjasama (Jongeling & Lock. 1995).

d. Pengaruh model pembelajaran *Group Investigation* (GI) yang terhadap kelas eksperimen untuk kemampuan kerjasama dan keterampilan proses sains (KPS) siswa.

Pengaruh model pembelajaran *Group Investigation* (GI) yang terhadap kelas eksperimen untuk kemampuan kerjasama dan keterampilan proses sains siswa dapat dilihat pada Tabel 5 berikut ini :

Tabel 5. Hasil analisis model pembelajaran GI terhadap kemampuan kerjasama dan KPS siswa pada kelas eksperimen

Dependent variable	df	sig
Kerjasama Awal	1	0,000
Kerjasama akhir	1	0,000
KPS Awal	1	0,000
KPS Akhir	1	0,019

Berdasarkan hasil analisis statistik tersebut dapat diketahui bahwa model pembelajaran GI berpengaruh terhadap kemampuan kerjasama dan keterampilan proses sains siswa. Hal ini ditunnuukkan dengan nilai sig. 0,000 untuk kemampuan kerjasama dan 0,019 untuk keterampilan proses sains siswa. Pengaruh kemampuan kerjasama siswa dapat terjadi karena adanya kegiatan pembelajaran yang menuntut siswa untuk bekerjasama antar teman. GI sebagai bagian dari *cooperative learning* memiliki dampak nyata pada prestasi dan keterampilan sosial. Kekuatan GI berasal dari menempatkan siswa pada proses pembelajaran (Ebrahim. 2012:296).

Model pembelajaran GI juga berpengaruh terhadap keterampilan proses sains siswa. Hal ini disebabkan adanya kegiatan dalam pembelajaran yang melibatkan keterampilan proses sains siswa yang terangkum dalam LKS. Keterampilan proses sains siswa yang dapat dikembangkan dalam pembelajaran GI meliputi kegiatan mengamati (observasi), klasifikasi, menyimpulkan, dan menginterpretasi data. Avianti & Yonata (2015:228-229) menyatakan bahwa keterampilan proses sains siswa berhasil dilatihkan dengan model pembelajaran kooperatif.

KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa :

1. Model pembelajaran *group investigation* (GI) terlaksana dengan baik sesuai dengan Rancangan Pelaksanaan Pembelajaran (RPP) yang sudah dirancang.
2. Terdapat perbedaan nilai *pretes* dan *posttest* antara kelas eksperimen yang menggunakan pembelajaran model *group investigation* (GI) dengan kelas

kontrol yang menggunakan pembelajaran konvensional.

3. Berdasarkan hasil analisis MANOVA dengan nilai sig. 0,000 lebih kecil dari $\alpha = 0,005$ menunjukkan bahwa model pembelajaran GI efektif untuk siswa
4. Hasil analisis uji statistik dengan MANOVA menunjukkan bahwa model pembelajaran GI berpengaruh terhadap kemampuan kerjasama dengan nilai sig. 0,000 dan nilai sig. 0,019 untuk keterampilan proses sains siswa.

Saran untuk peneliti selanjutnya adalah perlu dilakukan kembali aplikasi model pembelajaran *group investigation* (GI) pada materi yang lain mengingat penelitian ini hanya dilakukan pada materi bakteri. Selain itu, aplikasi model pembelajaran *group investigation* (GI) juga harus sering dilakukan dalam proses pembelajaran untuk melatih kemampuan kerjasama dan keterampilan proses sains siswa dengan tidak mengesampingkan karakteristik materi pembelajaran, kompetensi dasar, dan tujuan pembelajaran.

DAFTAR PUSTAKA

- Avianti, R & Yonata, B. (2015). Keterampilan Proses Sains Siswa Melalui Penerapan Model Pembelajaran Kooperatif Materi Asam Basa Kelas XI SMAN 8 Surabaya. *UNESA Journal of Chemistry Education*. Volume 4 (2). hal:228-229.
- Arends, R. I. (2010). *Teaching for Student Learning*. New York: Routledge Taylor & Francais Group. hal:316.
- Damini, M., & Surian, A. (2013). Enhancing Intercultural Sensitivity through Group Investigation a Cooperative Learning Approach. *Journal of Cooperative Studies*, 46(2), 24-31.
- Ebrahim, Ali. (2012). The Effect of Cooperative Learning Strategies on Elementary Students' Science Achievement and Social Skills in Kuwait. *International Journal of Science and aMathematics Education* 10. hal:296.
- Irwan, Nova & Ridwan, A. S. (2015). Effect of Cooperative Learning Model Type Group Investigation and Teamwork Skills Learning Outcomes of Physics. *Jurnal Pendidikan Fisika* Vol. 4 (1). hal:45.

Jongeling, S & Lock, G. (1995). *Group Investigation a viable alternative in adult education*. Retrieved March 20, 2006.

Martin, R., Sexton, C., Franklin, T. & Gerlovich, J. (2005). *Teaching Science for All Children*. (Edisi 3). New York : Pearson. hal:12.

_____. *Teaching Science for All Children*. (Edisi 3). New York : Pearson. hal:168.

Ozgelen, S. (2012) Students Science Process Skills within a Cognitive Domain Framework. *Eurasia Journal pf Mathematics, Science & Technology Education*, 8(4), hal:283-292.

Parchment, Geronia L. (2009). A study Comparing Cooperative Learning Methods : Jigsaw & Group Investigation. *Mathematical and Computing Sciences Masters*. Paper 25. hal:23.

**PENGARUH MODEL *PROJECT- BASED LEARNING* TERHADAP
KREATIVITAS DAN LITERASI SAINS PESERTA DIDIK
SMA NEGERI 1 BANTUL**

Rizqa Devi Anazifa¹, Djukri², Paidi

*Pascasarjana Pendidikan Biologi
Universitas Negeri Yogyakarta*

Alamat email: rizqa2011@gmail.com¹, uny_djukri@yahoo.com²

Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh *Project-Based Learning* terhadap kemampuan berpikir kreatif, pengaruh *Project- Based Learning* terhadap sikap kreatif, dan pengaruh *Project-Based Learning* terhadap literasi sains peserta didik kelas XI SMA N 1 Bantul pada materi sistem gerak. Jenis penelitian ini adalah *quasi experiment* dengan *non-equivalent pretest- posttest control group design*. Sampel dari penelitian ini adalah kelas XI MIPA 2 sebagai kelas eksperimen dan kelas XI MIPA 3 sebagai kelas kontrol. Teknik analisis data dilakukan dengan menggunakan MANOVA. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa pembelajaran model *Project-Based Learning* pada materi sistem gerak berpengaruh terhadap kemampuan berpikir kreatif, sikap kreatif, dan literasi sains peserta didik (nilai sig.0,000). Hasil penelitian juga menunjukkan bahwa terdapat perbedaan kemampuan berpikir kreatif (nilai sig. 0,019), sikap kreatif (nilai sig.0,000), dan literasi sains (nilai sig. 0,000) antara kelas eksperimen dan kelas kontrol setelah dilaksanakan pembelajaran model *Project- Based Learning* pada materi sistem gerak.

Kata kunci: *project- based learning, kemampuan berpikir kreatif, sikap kreatif, literasi sains, sistem gerak*

PENDAHULUAN

Tuntutan abad ke 21 membutuhkan adanya sumber daya manusia yang berkualitas dan mampu berkompetensi. Agar mampu berkompetensi peserta didik harus mempunyai kecakapan abad 21. Menurut *Partnership for 21st Century Skills* (Leward & Hirata, 2011: 2), kecakapan abad 21 meliputi kemampuan dalam kehidupan dan karir (*life and career skills*), pembelajaran dan inovasi, (*learning and inovations skills*) dan

informasi, media dan teknologi (*information, media, and technology skills*). Dalam upaya untuk mewujudkan individu yang sesuai dengan tuntutan abad 21, peserta didik dituntut untuk mampu mengaplikasikan ilmu pengetahuan yang dimilikinya dalam kehidupan sehari-hari.

Kecakapan abad 21 dapat dicapai melalui pengembangan kemampuan peserta didik dengan pembelajaran yang aktif dan berdasarkan pada pendekatan saintifik. Salah satu pembelajaran yang dapat diimplementasikan adalah model *Project- Based Learning* (PjBL). Kegiatan pembelajaran dengan model PjBL merupakan suatu model pembelajaran yang ideal dalam pembelajaran Biologi. PjBL menurut *The George Lucas Educational Foundation* (2005) mempunyai standar isi dalam kurikulumnya. PjBL merupakan model pembelajaran yang menuntut pengajar dan atau peserta didik mengembangkan pertanyaan penuntun (*a guiding question*) yang menuntut peserta didik membuat “jembatan” yang menghubungkan antar berbagai subjek materi. Melalui jalan ini, peserta didik dapat melihat pengetahuan secara holistik. PjBL merupakan pendekatan pembelajaran yang memperhatikan pemahaman.

Langkah- langkah pembelajaran PjBL menurut Fogarty (1997: 81- 85) terdiri dari tiga tahapan utama, yaitu 1) pengumpulan (*gathering activities*), 2) pemrosesan (*processing activities*), dan 3) penerapan (*applying activities*). Tahapan pengumpulan merupakan tahapan dasar yang terdiri dari *reading for background information, researching and taking notes, building a reference list, interviewing experts, viewing films or videos, developinh an outline, talking with peers, surfing the internet, checking and dauble checking sources, visitibg sites, gathering charts/ maps/ ilustrations*. Tahapan kedua dalam pemrosesan adalah *drawing and sketching models, drafting ideas, developing prototypes, filling in missing information, finding a focus, reconcing conflicting data, assigning a theme, looking for pattern, playing with ideas, dan finding materials*. Tahapan terakhir dari PjBL adalah penerapan yang mencakup *model building, construction, assembling, synthesizing ideas, rethinking and reconceptualizing, finishing taouches, decorating details, evaluating testing, peer review, self assessment, expert review, final submittals, dan celebration*.

Facione dalam McGregor (2007) menyatakan bahwa kreatif atau berpikir

inovatif adalah jenis berpikir yang membawa kepada pengetahuan baru, pendekatan baru, perspektif baru, dan hal-hal baru dalam pemahaman dan pembuktian sesuatu hal. Produk dari berpikir kreatif dapat berupa cara mengembangkan pertanyaan yang memperluas kemungkinan penyelesaian masalah atau cara-cara dalam membuktikan hubungan yang menantang perkiraan dan mengarahkan untuk melihat sesuatu hal dengan cara berbeda dan imajinatif. Aspek kreativitas kognitif- intelektual (Munandar, 2012: 192), mencakup berpikir lancar (*Fluency*) yang mencakup menghasilkan banyak gagasan atau jawaban yang relevan dan arus pemikiran lancar, aspek berpikir luwes (*flexibility*) yang mencakup menghasilkan gagasan-gagasan yang seragam, mengubah cara atau pendekatan, arah pemikiran yang berbeda-beda, aspek berpikir original (*originality*) mencakup memberikan jawaban yang tidak lazim, dan aspek berpikir terperinci (*elabration*) yaitu mengembangkan, menambah, memperkaya suatu gagasan, memperinci detail-detail, dan memperluas suatu gagasan.

Menurut *National Science Education Standards*, literasi sains merupakan suatu ilmu pengetahuan dan pemahaman mengenai konsep dan proses sains yang memungkinkan seseorang untuk membuat suatu keputusan dengan pengetahuan yang dimilikinya serta turut terlibat dalam hal kenegaraan, budaya dan pertumbuhan ekonomi. Menurut *The Programme for International Student Assessment* (2015: 23-25) terdapat tiga dimensi literasi sains yaitu aspek konteks, pengetahuan, kompetensi, dan sikap. Aspek pertama adalah aspek konteks yang meliputi konteks personal, lokal, nasional, dan global. Aspek kedua adalah aspek pengetahuan yang mencakup *content knowledge*, *procedural knowledge*, dan *epistemic knowledge*. Aspek ketiga adalah aspek kompetensi. Aspek ini mencakup:

1. *Explain phenomena scientifically* yang mencakup
 - a. Mengingat dan mengaplikasikan pengetahuan
 - b. Mengidentifikasi, menggunakan, dan mengumpulkan penjelasan dari model atau penggambaran
 - c. Membuat prediksi
 - d. Menawarkan penjelasan hipotesis
 - e. Menjelaskan implikasi pengetahuan kepada lingkungan sosial
2. *Evaluate and design scientific enquiry*

- a. Mengidentifikasi permasalahan pada penelitian saintifik
- b. Membedakan pertanyaan yang memungkinkan untuk diidentifikasi secara saintifik
- c. Menawarkan cara untuk mengeksplorasi pertanyaan secara saintifik
- d. Mengevaluasi cara untuk mengeksplorasi pertanyaan secara saintifik
- e. Menggambarkan dan mengevaluasi penggunaan sains untuk memastikan kereliabilisan data, keobjektivan data, dan penggeneralisasian suatu penjelasan

3. *Interpret data and evidence scientifically*

- a. Mentransformasi data dari satu bentuk ke bentuk lain
- b. Menganalisis dan menginterpretasikan data dan membuat kesimpulan
- c. Mengidentifikasi asumsi, bukti, dan alasan dari teks ilmiah
- d. Memberdakan antara argumen yang berdasarkan bukti ilmiah, toeri, dan perkiraan
- e. Mengevaluasi pendapat sains dan bukti dari berbagai sumber (koran, internet, jurnal).

Materi yang digunakan dalam penelitian ini adalah materi sistem gerak pada manusia. Materi ini meliputi jaringan penyusun sistem gerak (jaringan tulang dan jaringan otot), mekanisme gerak, macam- macam gerak, kelainan pada sistem gerak, kelainan dan teknologi yang mungkin membantu dalam mengatasi kelainan gerak. Materi ini memiliki karakteristik dengan menghadirkan permasalahan yang sering dihadapi peserta didik dalam kehidupan sehari-hari terkait dengan sistem gerak. Penerapan PjBL sesuai dengan kompetensi dalam kurikulum dimana peserta didik dituntut untuk dapat menganalisis hubungan antara struktur jaringan penyusun organ pada sistem gerak dan mengaitkan dengan bioprosesnya sehingga dapat menjelaskan mekanisme gerak serta gangguan fungsi yang mungkin terjadi pada sistem gerak manusia melalui studi literatur, pengamatan, percobaan, dan simulasi. Selain itu, peserta didik dituntut untuk menyajikan hasil analisis tentang kelainan pada sistem gerak melalui berbagi bentuk media presentasi. Dari kompetensi tersebut, peserta didik dituntut untuk mnyajikan hasil analisis tentang kelainan pada struktur dan fungsi jaringan penyusun sistem gerak manusia dalam bentuk presentasi dengan berbagai macam media. Pada bagian penyusunan media tersebut pembelajaran PjBL dapat

diimplementasikan.

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh PjBL terhadap kemampuan berpikir kreatif, pengaruh PjBL terhadap sikap kreatif, dan pengaruh PjBL terhadap literasi sains peserta didik kelas XI SMA N 1 Bantul pada materi sistem gerak. Penelitian ini bermanfaat untuk guru, peserta didik, dan peneliti. Guru dapat mengetahui pengaruh PjBL terhadap kemampuan berpikir kreatif, sikap kreatif, dan literasi sains peserta didik.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini adalah jenis penelitian eksperimen kuasi atau *quasi experiment* dengan desain *non-equivalent pretest- posttest control group design*. Sekolah yang digunakan dalam penelitian ini adalah SMA Negeri 1 Bantul di Kabupaten Bantul, Provinsi Daerah Istimewa Yogyakarta (DIY). Sampel dari penelitian ini adalah kelas XI MIPA 2 sebagai kelas eksperimen dan kelas XI MIPA 3 sebagai kelas kontrol. Kemampuan berpikir kreatif siswa diukur dengan menggunakan tes yang mencakup aspek *fluency*, *flexibility*, dan *elaboration*. Literasi sains peserta didik yang diukur mencapai aspek kompetensi yang mencakup *explain phenomena scientifically*, *evaluate and design scientific enquiry*, dan *intepret data and evidence scientificaly*. Teknik analisis data dilakukan dengan menggunakan MANOVA.

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

Kegiatan pembelajaran dengan model PjBL pada materi sistem gerak dilakukan selama dua kali pertemuan. Kelas eksperimen melaksanakan pembelajaran dengan menggunakan model PjBL dan kelas kontrol menggunakan pembelajaran konvensional dengan metode diskusi dan presentasi. Kegiatan pembelajaran dilaksanakan selama dua kali pertemuan untuk masing masing kelas. Pada pertemuan pertama sebelum kegiatan pembelajaran berlangsung dilaksanakan *pre- test* dan setelah kegiatan pembelajaran berlangsung dilaksanakan pula *post- test*. *Pre- test* dilaksanakan untuk mengetahui kemampuan awal kemampuan berpikir kreatif dan literasi sains peserta didik sebelum mengikuti pembelajaran dengan PjBL dan *post- test* untuk mengetahui kemampuan kreativitas dan literasi sains setelah mengikuti pembelajaran dengan PjBL.

Kegiatan pembelajaran pada PjBL pada pertemuan pertama dimulai dengan pendahuluan mencakup pelaksanaan *pretest*. Kegiatan inti yang dilaksanakan pada pertemuan pertama terdiri dari dua kegiatan inti yaitu *gathering activities* dan *process activities*. Pada proses *gathering activities* kegiatan *viewing videos*, *researching*, *surfing the internet/ interviewing expert*, dan *talking with peer* dilaksanakan pada saat pembelajaran, sedangkan kegiatan inti kedua yaitu *processing activities* dilaksanakan di luar jam pembelajaran bersama kelompok peserta didik masing- masing. Pertemuan 1 diakhiri dengan penutup dan pemberitahuan kepada peserta didik bahwa proyek dilaksanakan di luar jam pembelajaran.

Pertemuan kedua pada pembelajaran dengan model PjBL dimulai dengan pendahuluan. Kegiatan inti pada pertemuan kedua pembelajaran PjBL dilaksanakan *applying activities*. *Applying activities* terdiri dari kegiatan *trying*, *reviewing*, *revising*, *evaluating*. Kegiatan *applying activities* ini berupa kegiatan presentasi. Pertemuan kedua diakhiri dengan postes untuk mengetahui kemampuan peserta didik setelah mengikuti pembelajaran dengan model PjBL. Tabel 1 berikut ini menunjukkan hasil pretes dan postes kemampuan berpikir kreatif dan literasi sains kelas kontrol dan kelas eksperimen

Tabel 1

Hasil Pretest dan Posttest Kelas Kontrol dan Kelas Eksperimen

Kelas	Berpikir Kreatif		Literasi Sains		Sikap Kreatif	
	Pre	Post	Pre	Post	Pre	Post
Kontrol	44,85	52,79	49,24	59,41	72,24	75,31
Eksperimen	41,67	60,61	51,21	76,82	77,97	86,36

Nilai postes untuk berpikir kreatif, literasi sains, dan sikap kreatif dianalisis dengan menggunakan MANOVA. Berdasarkan hasil analisis, pembelajaran model PjBL pada materi sistem gerak berpengaruh terhadap kemampuan berpikir kritis, literasi sains, dan sikap kreatif. Hal tersebut ditunjukkan dengan nilai sig 0,000

Berdasarkan analisis statisik, model PjBL yang diimplementasikan pada pembelajaran materi sistem gerak mempunyai pengaruh kepada kelas eksperimen dan kelas kontrol. Terdapat perbedaan kemampuan berpikir kreatif, literasi sains, dan sikap

kreatif antara kelas kontrol dan kelas eksperimen setelah dilaksanakan pembelajaran model PjBL pada materi sistem gerak. Hal tersebut ditunjukkan dengan nilai signifikansi untuk kemampuan berpikir kreatif nilai sig. 0,019, literasi sains nilai sig. 0,000, dan sikap kreatif nilai sig. 0,000.

Langkah- langkah dalam model PjBL mendorong peserta didik untuk mengembangkan literasi sains. Pada implementasi pembelajaran berbasis proyek ini, peserta didik akan memberikan informasi tentang pemahaman dan pengetahuannya pada suatu permasalahan tertentu yang ditunjukkan dengan kemampuannya dalam menyusun pertanyaan esensial dengan tujuan untuk mengidentifikasi isu ilmiah. Kemampuan peserta didik dalam mengaplikasikan pengetahuan akan dikembangkan pada saat peserta didik mendesain proyek yang didukung dengan kemampuan dalam memberikan rasionalisasi dan bukti fenomena ilmiah. Selain itu kemampuan siswa untuk mengkomunikasikan informasi akan dikembangkan pada saat penilaian proyek. Menurut Guven (2014) pembelajaran dengan PjBL akan dapat meningkatkan literasi sains peserta didik. Peserta didik yang mempunyai literasi sains yang baik akan memiliki *skills, attitude, values*, pemahaman dan informasi tentang sains yang penting bagi kehidupannya. Selain itu peserta didik juga mempunyai kemampuan untuk menjadi seorang yang mampu meneliti, menanya, berpikir kritis, memecahkan masalah dan mengambil keputusan terkait dengan permasalahan yang dihadapi dalam kehidupan sehari-hari. Peserta didik juga akan memposisikan dirinya sebagai *life-long learners*, sehingga mereka mempunyai rasa ingin tahu yang tinggi terhadap lingkungan dan dunia.

Tujuan utama dari pembelajaran adalah mengubah peserta didik menjadi agen yang kreatif dalam pembelajaran abad ke- 21. Dalam pembelajaran abad 21, pengajaran berubah menjadi *facilitated learning* dari pada *leading learning*, dan pembelajaran lebih menekankan pada penciptaan konten kreatif dari pada penggunaan konten secara pasif. Konten yang diciptakan oleh peserta didik adalah konten yang disintesis dengan cara yang baru untuk menunjukkan permasalahan yang spesifik, autentik, dan bermakna. Untuk mencapai hal tersebut maka perlu adanya instruksi yang memandu peserta didik untuk menghasilkan konten yang berkualitas dan menunjukkan pemahaman yang mendalam terhadap isu dan topik yang dibahas Bender (2012: 139).

KESIMPULAN DAN SARAN

A. Kesimpulan

Hasil penelitian menunjukkan bahwa terdapat pengaruh model PjBL terhadap kemampuan berpikir kreatif dan sikap kreatif, terdapat pengaruh PjBL terhadap literasi sains peserta didik. Hasil penelitian juga menunjukkan bahwa terdapat perbedaan yang signifikan terhadap kemampuan berpikir kreatif dan literasi sains antara kelas eksperimen dan kelas kontrol setelah mengikuti pembelajaran pada materi sistem gerak.

B. Saran

Saran untuk penelitian ini adalah perlu dilakukan pengukuran kreativitas dan literasi sains peserta didik dengan konten Biologi yang lebih luas.

DAFTAR PUSTAKA

- Bender, William N. (2012). *Project- Based Learning: Differentiating Instruction for the 21st Century*. California: Corwin.
- Fogarty, R. (1997). *Problem based learning & Other Curriculum Models for the Multiple Intelligences Classroom*. New York: Sky light Training and Publishing.
- Guven, Ilknur, Mehtap Yurdatapan, & Fatma Sahin. The effect of project-based educational applications on the scientific literacy of 2nd grade elementary school pupils. *International Journal of Education and Research Vol. 2 No. 1 January 2014*
- Leward, Brandon C dan Dorothy Hirata. (2011). *An overview of 21st century skills*. Honolulu: Kamehameha Schools Research & Evaluation.
- McGregor, Debra. *Developing Thinking; Developing Learning: A Guide to Thinking Skills in Education*. Poland: Mc Graw Hill.
- Munandar, U. (2012). *Pengembangan Kreativitas Anak Berbakat*. Jakarta: Rineka Cipta.
- The George Lucas Educational Foundation (2005). *Instructional module project based learning*. Diakses pada tanggal 11 November 2015 dari <http://edutopia.org/modules/PBL.whatpbl.php>.
- The Programme for International Student Assessment (2015) *PISA 2015 Assessment And Analytical Framework: Science, Reading, Mathematic, And Financial Literacy*. Paris: OECD.

**PENGARUH MODEL *DISCOVERY LEARNING* TERHADAP
MOTIVASI BELAJAR DAN *CREATIVE THINKING* SISWA KELAS XI
SMAN 1 SENTOLO PADA MATERI SISTEM SIRKULASI.**

Kutsiyah¹, Djukri², Paidi³

*Program Pascasarjana Pendidikan Biologi
Universitas Negeri Yogyakarta*

kutsiyahpanda91@gmail.com, uny_djukri@yahoo.com

Abstract

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh model *discovery learning* terhadap motivasi belajar dan *creative thinking* siswa. Materi yang digunakan adalah materi tentang sistem sirkulasi. Penelitian ini merupakan penelitian eksperimen semu (*quasi experiment*) dengan desain *non-equivalent pretest posttest control group design*. Penelitian dilaksanakan di SMAN 1 Sentolo. Populasi penelitian adalah seluruh siswa kelas XI SMAN 1 Sentolo. Sampel penelitian dipilih dengan teknik *rundom sampling* dan terpilih kelas XI MIA 1 sebagai kelas eksperimen dan kelas XI MIA 2 sebagai kelas kontrol. Instrumen yang digunakan adalah tes uraian dan angket motivasi belajar. Tes diberikan sebanyak dua kali yaitu *pretest* dan *posttest*. Hasil analisis menggunakan *Multivariate Analysis of Variance* (MANOVA) menunjukkan bahwa model *discovery learning* berpengaruh terhadap motivasi belajar dan *creative thinking* siswa dengan nilai sig. 0,000.

Kata Kunci: model *discovery learning*, motivasi belajar, dan *creative thinking*

PENDAHULUAN

Perubahan kurikulum dari Kurikulum Tingkat Satuan Pendidikan (KTSP) ke Kurikulum 2013 merupakan salah satu upaya yang dilakukan oleh pemerintah untuk meningkatkan kualitas pendidikan. Pergantian kurikulum tersebut diharapkan mempermudah pencapaian tujuan pendidikan. Tujuan pendidikan sebagaimana yang tercantum dalam UU No 20 Tahun 2003 pasal 3:

Pendidikan nasional berfungsi mengembangkan kemampuan memebentuk watak serta peradaban bangsa yang bermartabat dalam rangka mencerdaskan kehidupan bangsa, bertujuan untuk berkembangnya potensi peserta didik agar menjadi manusia yang beriman dan bertakwa kepada Tuhan Yang Maha Esa, berakhlak mulia, sehat, berilmu, cakap, kreatif, mandiri dan menjadi warga Negara yang demokratis serta bertanggung jawab.

Perubahan kurikulum tersebut berdampak pada perubahan empat elemen dasar kurikulum 2013 berdasarkan Standar Nasional Pendidikan (SNP), yaitu standar kompetensi lulusan, standar isi, standar proses, dan standar penilaian. Perubahan pada keempat aspek tersebut menuntut guru untuk lebih inovatif dan kreatif dalam kegiatan pembelajaran di kelas sehingga siswa semakin tertarik untuk belajar dan tidak merasa jenuh. Hal tersebut sesuai dengan tujuan kurikulum 2013 berdasarkan Mendikbud (2013:7) yaitu untuk mempersiapkan manusia Indonesia agar memiliki kemampuan hidup sebagai pribadi dan warga negara yang beriman, produktif, kreatif, inovatif, dan afektif serta mampu berkontribusi pada kehidupan bermasyarakat, berbangsa, bernegara, dan peradaban dunia. Oleh karena itu penting bagi siswa untuk memiliki dorongan (motivasi), pemahaman konsep dan kemampuan berpikir kreatif (*creative thinking*) untuk melakukan dan mencapai suatu tujuan dalam pembelajaran di kelas.

Berdasarkan data dari *Global Creativity Index* (GCI) menyatakan bahwa penting untuk menumbuhkan sikap kreativitas dan berpikir kreatif bagi siswa dalam suatu pembelajaran. Hal ini menunjukkan bahwa tingkat kreativitas Indonesia masih rendah jika dibandingkan dengan negara lain seperti the United States, Japan, the United Kingdom, Austria, Norwegia, Switzerland, Hongkong, Israel, Jerman, dan Korea yang memiliki indeks yang lebih tinggi dibandingkan prediksi skor GCI. (Florida *et al.*, 2011:26).

Salah satu upaya untuk mengembangkan kreativitas adalah adanya karakteristik pembelajaran dan karakteristik tersebut semestinya terealisasi ketika dalam proses pembelajaran berlangsung. Hosnan (2014: 85) menyatakan bahwa karakteristik pembelajaran abad 21 terdiri dari: (1) pembelajaran berpusat pada peserta didik (*student centered*); (2) mengembangkan kreativitas peserta didik; (3) menciptakan suasana yang menarik, menyenangkan, dan bermakna; (4) mengembangkan beragam kemampuan yang bermuatan nilai dan makna; (5) belajar melalui berbuat yakni peserta didik aktif berbuat; (6) menekankan pada penggalan, penemuan, dan penciptaan serta (8) menciptakan

pembelajaran dalam situasi nyata dan konteks sebenarnya yakni melalui pendekatan kontekstual. Disamping itu juga dibutuhkan suasana yang nyaman dan menyenangkan ketika pembelajaran di kelas, suasana yang nyaman dan menyenangkan dapat mendorong dan meningkatkan motivasi belajar siswa.

Motivasi sebagai sebuah proses internal yang memiliki kegiatan, petunjuk, dan mengatur tingkah laku, tidak hanya penting untuk mengajak siswa dalam kegiatan akademik. Motivasi juga penting dalam menjelaskan berapa banyak siswa akan belajar dari kegiatan yang mereka lakukan atau informasi yang mereka kemukakan. Siswa yang termotivasi untuk belajar sesuatu menggunakan proses kognitif yang lebih tinggi dalam pembelajaran dan menyerapnya, serta menyimpannya (Slavin, 2006:348).

Abdul Majid (2013: 308-309) menyatakan bahwa motivasi merupakan energi aktif yang menyebabkan terjadinya suatu perubahan pada diri seseorang yang tampak pada gejala kejiwaan, perasaan, dan juga emosi sehingga mendorong individu untuk bertindak atau melakukan sesuatu karena adanya tujuan, kebutuhan, atau keinginan yang harus terpenuhi. Sedangkan menurut Uno (2006: 5) motivasi merupakan kekuatan yang mendorong seseorang melakukan sesuatu untuk mencapai tujuan. Kekuatan-kekuatan tersebut menurut Don Hellriegel dan John W. Slocum (Uno, 2006: 5) pada dasarnya dirangsang oleh adanya berbagai macam kebutuhan, seperti: 1) keinginan yang hendak dipenuhinya; 2) tingkah laku; 3) tujuan; dan 4) umpan balik.

Motivasi belajar yang maksud dalam penelitian ini adalah siswa memiliki kompetensi yang bagus, dapat menghadapi tantangan, memiliki ketertatikaan dan keingintahuan untuk belajar, ada umpan balik, serta memiliki pilihan. Motivasi-motivasi tersebut muncul dari dalam diri siswa. Disamping itu motivasi belajar siswa dapat muncul karena adanya pengaruh dari luar, misalnya: di lingkungan keluarga dan lingkungan sekolah. Di lingkungan keluarga siswa mendapatkan perhatian yang cukup dari orang tua dan di sekolah siswa mendapat *reward* dari guru atas capaian dalam pembelajaran dikelas.

Motivasi sebagai faktor psikis memiliki pengaruh bagi siswa dalam mencapai keberhasilan dalam belajarnya. Adanya keinginan siswa itulah yang akan membuat siswa terus berpikir bagaimana caranya untuk mewujudkannya. Johnson (2002: 183) menyatakan bahwa siswa dengan menerapkan cara berpikir kreatif diharapkan mampu untuk memupuk ide-ide asli dan pemahaman-pemahaman baru dalam suatu kegiatan. Berpikir kreatif dan kritis memungkinkan siswa untuk mempelajari masalah secara sistematis, menghadapi tantangan dengan cara yang terorganisasi, merumuskan pertanyaan inovatif, dan merancang solusi yang orisinal.

Hiroko Fumoto & Sue Robson, *et al.* (2012: 3) menyatakan bahwa *Creative thinking is increasingly seen as permeating our everyday life through the ways in which we confront difficulties, think of new possibilities, and engage with our physical and social environments.*

Creative thinking merupakan proses kognitif, yang mengarah untuk menghasilkan ide-ide baru dengan mengkombinasikan, mengubah, atau memunculkan kembali ide-ide yang ada untuk menemukan sesuatu yang baru. Sejalan dengan pendapat Fryer (Florence Beetlestone, 1998:5) bahwa berfikir kreatif tidak menunjukkan bahwa pikiran kreatif berbeda secara kualitatif.

Taylor (2008: 19-20) menyatakan bahwa untuk mengukur berpikir kreatif siswa dapat dijelaskan dengan pemberian nilai pada *TTCT* (*Test Torrance Creative Thinking*) *Creativity Index* yang dihimpun dari *TTCT Standard Composite Scores*. Adapun standar yang telah digabung dari *TTCT creativity index* adalah *fluency* (kelancaran); *originality* (keaslian); *elaboration* (kerincian); *abstractness of tittles* (berpikir secara abstrak tentang suatu konsep); dan *resistance to premature closure* (kemampuan untuk mengatur pola pikir) dengan 13 kriteria yang direkomendasikan untuk mengukur kekuatan atau tingkatan kreatif, yaitu ekspresi emosional, bercerita secara jelas, tindakan atau gerakan, ekspresi dari judul, sintesis dari gambar atau angka yang tidak lengkap, sintesis dari garis yang tidak lengkap, visualisasi yang tidak biasa, visualisasi internal, pemanjangan atau pemberhentian batasan-

batasan, humor, kekayaan dari perbandingan atau perumpamaan, semangat mewarnai dari perumpamaan, dan fantasi atau khayalan.

Guru memiliki peran penting dalam memberikan pengaruh terhadap kemampuan berfikir kreatif siswa melalui beberapa faktor yang direkomendasikan oleh guru. Adapun faktor-faktor yang diusulkan oleh guru ialah: a) untuk berpartisipasi secara aktif dalam proses pembelajaran merupakan suatu proses yang memulai keputusan otonomi untuk menjadi anggota dari kelompok pembelajaran lingkungan di sekolah dan memberikan kesempatan siswa untuk memilih topik yang mereka lebih sukai untuk belajar; b) untuk mendorong kepribadian siswa agar tertarik dan mau untuk belajar; c) untuk “*learn by doing*” melalui pembelajaran kolaboratif, kerja kelompok, dan aktif mencari pengetahuan baru; d) untuk menemukan masalah kehidupan dan mengatasinya melalui prosedur pemecahan masalah di lingkungan. Daskolia *et al.* (2012:11). Berdasarkan adanya faktor-faktor tersebut maka siswa akan terdorong untuk meningkatkan kemampuannya dalam berfikir kreatif. salah satu model pembelajaran yang cocok untuk diterapkan di kurikulum 2013 adalah model pembelajaran *discovery learning*.

Kata *discovery* secara terminologi adalah ketika seorang individu dalam proses mental untuk menemukan beberapa konsep atau prinsip. Bagi siswa untuk membuat penemuan harus menunjukkan proses mental secara pasti seperti mengamati, mengklasifikasikan, mengukur, memprediksi, menjelaskan, menyimpulkan, dan lain-lain (Trowbridge & Bybee, 1986:182).

Pengertian *discovery* menurut Carin & Sund (1985: 74) adalah proses mental dari pemahaman konsep dan prinsip, dan merupakan suatu pembelajaran bagaimana menggunakan pikiran untuk menemukan. Seperti yang ditemukan oleh Trowbridge & Bybee di atas, bahwa proses kognitif pada *discovery* meliputi mengamati (*observing*), mengelompokkan (*classifying*), mengukur (*measuring*), memprediksi (*predicting*), menjelaskan (*describing*), dan menyimpulkan (*inferring*).

Pembelajaran secara *discovery* mencoba membantu para siswa untuk

belajar. *Discovery* membantu mereka memperoleh pengetahuan secara unik sesuai dengan pemikiran mereka sendiri karena mereka yang menemukannya sendiri. *Discovery* melibatkan penemuan arti, pengaturan, dan struktur dari suatu gagasan. Hal tersebut sesuai dengan *learning theories* (teori pembelajaran) yaitu *cognitive and information processing theories* (teori proses kognitif dan informasi) dari Bruner yang menjelaskan bahwa pengetahuan adalah sebagian besar suatu perbaikan. Pembelajaran terdiri dari kemahiran dan ingatan dari informasi yang cermat melalui penggunaan proses kognitif dan mental. Sedangkan mengajar sebagian besar adalah pengiriman atau penyebaran informasi serta membantu siswa untuk mendapatkan dan menguasai pengetahuan yang menyatakan kecermatan dan usaha untuk mengembangkan proses kognitif siswa (Arends, 2009: 261).

Wilcolx (Jamil, 2013: 241-242) menyatakan bahwa dalam pembelajaran penemuan, siswa didorong untuk belajar aktif melalui keterlibatan aktif mereka sendiri dengan konsep-konsep, prinsip-prinsip, dan guru mendorong siswa untuk memiliki pengalaman dan melakukan percobaan yang memungkinkan mereka menemukan prinsip-prinsip untuk diri mereka sendiri.

Berdasarkan pendapat-pendapat diatas dapat disimpulkan bahwa *discovery learning* merupakan model pembelajaran yang melibatkan keaktifan siswa secara penuh dalam pembelajaran yang menekankan ditemukannya prinsip atau konsep yang sebelumnya tidak diketahui, sehingga siswa dapat mengkonstruk konsep-konsep yang dipelajari. Dengan demikian maka pemahaman yang diperoleh siswa akan bertahan lama dalam ingatan siswa.

Hasil observasi dan wawancara yang dilakukan dengan beberapa guru dan siswa kelas XI SMAN 1 Sentolo diketahui bahwa model pembelajaran yang digunakan oleh guru kurang bervariasi, sehingga menyebabkan siswa kurang memiliki motivasi untuk belajar dengan giat, pembelajaran dikelas terpusat pada guru (*teacher centered*) sehingga siswa memiliki ketergantungan yang besar kepada guru. Kondisi demikian berpengaruh terhadap motivasi

belajar, pemahaman konsep materi yang dipelajari juga kemampuan *creative thinking* kurang berkembang. Untuk mengatasi kondisi demikian maka penggunaan model *discovery learning* dalam pembelajaran menjadi solusi yang efektif untuk meningkatkan motivasi belajar dan *creative thinking* siswa.

METODE PENELITIAN

Jenis penelitian ini merupakan penelitian kuantitatif dengan menggunakan eksperimen semu (*quasi eksperimen*). Desain eksperimen semu (*quasi eksperimen*) yang digunakan adalah *non-equivalent pretest posttest control group design* dengan memberikan *treatment* atau perlakuan kepada kelompok eksperimen dengan menggunakan model *discovery learning*, sedangkan pada kelompok kontrol menggunakan model pembelajaran konvensional. Desain penelitian disajikan pada tabel 1 berikut:

Tabel 1
Desain Penelitian

Kelompok	Pre-test	Perlakuan	Post-test
E	O ₁	X	O ₂
K	O ₃	-	O ₄

Keterangan:

- E : kelompok Eksperimen
- K : Kelompok Kontrol
- X : Perlakuan dengan model *discovery learning*
- : Pembelajaran konvensional
- O₁ : *Pret-test* Kelompok Eksperimen
- O₂ : *Post-test* Kelompok Eksperimen
- O₃ : *Pre-test* Kelompok Kontrol
- O₄ : *Post-test* Kelompok Kontrol

Penelitian dilaksanakan di SMAN 1 Sentolo kabupaten Kulon Progo di kelas XI pada semester ganjil tahun ajaran 2016/2017. Populasi penelitian adalah seluruh siswa kelas XI SMAN 1 Sentolo kabupaten Kulon Progo yang terdiri dari 3 kelas, yakni: kelas XI MIA 1, kelas XI MIA 2, dan kelas XI MIA 3. Pemilihan sampel menggunakan teknik *rundom sampling*, sehingga terpilih kelas XI MIA 1 sebagai kelas eksperimen dan kelas MIA 2 sebagai kelas kontrol. Teknik pengumpulan data melalui observasi dan wawancara. Instrumen pengumpul data

menggunakan instrumen tes untuk mengetahui kemampuan creative thinking siswa dan menggunakan menggunakan instrumen nontes berupa kuesioner angket motivasi. Analisis data menggunakan *Multivariat Analysis of Variance* (MANOVA)

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

Kegiatan pembelajaran dengan model *Discovery Learning* pada materi sistem peredaran darah pada manusia dilakukan selama empat kali pertemuan. Kelas eksperimen melaksanakan pembelajaran dengan menggunakan model *Discovery Learning* dan kelas kontrol menggunakan pembelajaran konvensional dengan pendekatan saintifik. Kegiatan pembelajaran dilaksanakan selama empat kali pertemuan untuk masing-masing kelas. Pada pertemuan pertama sebelum kegiatan pembelajaran berlangsung dilaksanakan *pre- test* dan setelah kegiatan pembelajaran berlangsung dilaksanakan pula *post- test*. Pada tabel 2 merupakan rincian dari kegiatan pembelajaran kelas eksperimen berdasarkan lembar observasi keterlaksanaan pembelajaran dengan *Discovery Learning*

Tabel 2: Data Keterlaksanaan Pembelajaran dengan *Discovery Learning*

No	Pertemuan I	Keterlaksanaan	Pertemuan II	Keterlaksanaan
1	Pendahuluan	√	Pendahuluan	√
2	Kegiatan Inti		Kegiatan Inti	
	1) <i>Orientation</i>	√	1) <i>Experimentation/ testing hypotheses</i>	√
	2) <i>Generating Hypotheses</i>	√	2) <i>Conclusion</i>	√
	3) <i>Experimentation/ testing hypotheses</i>	√		
3	Penutup	√	Penutup	√

No	Pertemuan III	Keterlaksanaan	Pertemuan IV	Keterlaksanaan
1	Pendahuluan	√	Pendahuluan	√
2	Kegiatan Inti		Kegiatan Inti	
	1) <i>Orientation</i>	√	3) <i>Experimentation/ testing hypotheses</i>	√
	2) <i>Generating Hypotheses</i>	√	4) <i>Conclusion</i>	√
	3) <i>Experimentation/ testing hypotheses</i>	√	-	-
3	Penutup	√	Penutup	√

Ket: √ : Terlaksana

- : Tidak terlaksana

Kegiatan pembelajaran pada *Discovery Learning* pada pertemuan pertama dimulai dengan pendahuluan mencakup pelaksanaan *pretest*. Kegiatan inti yang dilaksanakan pada pertemuan pertama terdiri dari tiga kegiatan inti yaitu *orientation*, *generating hypotheses*, dan *experimentation/ testing hypotheses*. Pada kegiatan inti di pertemuan pertama siswa mengamati tayangan video struktur dan fungsi darah yang ditayangkan oleh guru. Pertemuan 1 diakhiri dengan adanya konfirmasi dari guru tentang tayangan video struktur dan fungsi darah serta meminta siswa secara kelompok untuk mempelajari tentang golongan darah dan transfuse darah. Pertemuan kedua pada pembelajaran dengan model *Discovery Learning* dimulai dengan pendahuluan. Kegiatan inti pada pertemuan kedua pembelajaran *Discovery Learning* dilaksanakan *experimentation/ testing hypotheses*. *experimentation/ testing hypotheses* dilakukan dengan melaksanakan praktikum uji golongan darah, mendiskusikan dengan kelompok masing-masing dan mempresentasikan hasil diskusi kelompok di depan kelas.

Pertemuan ketiga pada pembelajaran dengan model *Discovery Learning* dimulai dengan pendahuluan. Kegiatan inti pada pertemuan kedua pembelajaran *Discovery Learning* dilaksanakan dengan tahap *orientation*, *generating hypotheses*, dan *experimentation/ testing hypotheses*. Pada kegiatan inti di

pertemuan ketiga siswa mengamati tayangan video tentang organ yang berperan dalam system peredaran darah yang ditayangkan oleh guru. Pertemuan ketiga diakhiri dengan adanya konfirmasi dari guru tentang tayangan video organ yang berperan dalam system peredaran darah serta meminta siswa secara kelompok untuk mempelajari mekanisme peredaran darah. Pertemuan keempat kedua pembelajaran *Discovery Learning* dilaksanakan *experimentation/ testing hypotheses. experimentation/ testing hypotheses* dalam bentuk praktikum untuk mengetahui factor-faktor yang mempengaruhi frekuensi denyut nadi. Kegiatan penutup di akhiri dengan guru mengkonfirmasi tentang frekuensi denyut nadi dan faktor-faktor yang mempengaruhinya, guru memberikan soal *postest* kepada siswa untuk mengukur tingkat berfikir kreatif setelah pembelajaran, dan memberikan lembar kuesioner motivasi belajar, hasil *pretest* dan *postest* di sajikan pada tabel 3 berikut:

Tabel 3. Hasil Pretest dan Postest Kelas Kontrol dan Kelas Eksperimen

Kelas	Motivasi Belajar		<i>Creative Thinking</i>	
	Pre	Post	Pre	Post
Kontrol	79,34	87,28	71,06	76,15
Eksperimen	84,87	94,06	78,25	87,59

Rata- rata nilai pretes untuk motivasi belajar pada kelas eksperimen lebih tinggi daripada kelas kontrol yaitu 84,87 untuk kelas eksperimen dan 79,34 untuk kelas kontrol. Rata-rata pretes untuk *creative thinking* pada kelas eksperimen lebih tinggi daripada kelas kontrol yaitu 78,25 untuk kelas eksperimen dan 71,06 untuk kelas kontrol. Nilai pretes tersebut menggambarkan kemampuan awal siswa pada kelas eksperimen dan kelas kontrol.

Rata-rata nilai postest untuk motivasi belajar dan *creative thinking* kelas eksperimen lebih tinggi dari pada kelas control. Motivasi belajar pada kelas eksperimen yaitu 94,06 sedangkan pada kelas kontrol yaitu 87,28. *Creative thinking* kelas eksperimen 87,59 dan pada kelas kontrol 76,15. Nilai postes untuk berpikir kreatif , literasi sains, dan sikap kreatif dianalisis dengan menggunakan MANOVA. Berdasarkan hasil analisis, pembelajaran model *Discovery Learning*

pada materi peredaran darah berpengaruh terhadap motivasi belajar dan creative thinking siswa. Hal tersebut ditunjukkan dengan nilai sig 0,000. Berikut pada tabel 4 merupakan tabel tes multiariat yang menunjukkan nilai sig 0,000

Tabel 4. Tabel hasil analisis menggunakan MANOVA

Multivariate Tests ^a							
Effect		Value	F	Hypothesis df	Error df	Sig.	Partial Eta Squared
Intercept	Pillai's Trace	,999	10841,744 ^b	4,000	59,000	,000	,999
	Wilks' Lambda	,001	10841,744 ^b	4,000	59,000	,000	,999
	Hotelling's Trace	735,034	10841,744 ^b	4,000	59,000	,000	,999
	Roy's Largest Root	735,034	10841,744 ^b	4,000	59,000	,000	,999
Kelas	Pillai's Trace	,630	25,168 ^b	4,000	59,000	,000	,630
	Wilks' Lambda	,370	25,168 ^b	4,000	59,000	,000	,630
	Hotelling's Trace	1,706	25,168 ^b	4,000	59,000	,000	,630
	Roy's Largest Root	1,706	25,168 ^b	4,000	59,000	,000	,630

- a. Design: Intercept + Kelas
- b. Exact statistic

Berdasarkan analisis statistik, model *Discovery Learning* yang diimplementasikan pada pembelajaran materi system peredaran darah mempunyai pengaruh kepada kelas eksperimen dan kelas kontrol. Terdapat perbedaan motivasi belajar dan creative thinking antara kelas kontrol dan kelas eksperimen setelah dilaksanakan pembelajaran model *Discovery Learning* pada materi sistem peredaran darah. Hal tersebut ditunjukkan dengan nilai signifikansi untuk kemampuan motivasi belajar nilai sig. 0,05 dan *creative thinking* nilai sig. 0,000. Pengaruh model discovery learning terhadap motivasi belajar dan kemampuan *creative thinking* disajikan pada tabel 5 berikut.

Tabel 5. Signifikansi motivasi belajar dan kemampuan *creative thinking* siswa

Tests of Between-Sub jects Effects							
Source	Dependent Variable	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.	Partial Eta Squared
Corrected Model	Motivasi_Awal	489,516 ^a	1	489,516	8,282	,005	,118
	Motivasi_Akhir	735,766 ^b	1	735,766	28,398	,000	,314
	Creative_Thinking_Awal	826,562 ^c	1	826,562	20,698	,000	,250
	Creative_Thinking_Akhir	2093,062 ^d	1	2093,062	64,693	,000	,511
Intercept	Motivasi_Awal	431484,766	1	431484,766	7299,893	,000	,992
	Motivasi_Akhir	526168,891	1	526168,891	20308,524	,000	,997
	Creative_Thinking_Awal	356707,563	1	356707,563	8932,547	,000	,993
	Creative_Thinking_Akhir	429025,000	1	429025,000	13260,408	,000	,995
Kelas	Motivasi_Awal	489,516	1	489,516	8,282	,005	,118
	Motivasi_Akhir	735,766	1	735,766	28,398	,000	,314
	Creative_Thinking_Awal	826,563	1	826,563	20,698	,000	,250
	Creative_Thinking_Akhir	2093,063	1	2093,063	64,693	,000	,511
Error	Motivasi_Awal	3664,719	62	59,108			
	Motivasi_Akhir	1606,344	62	25,909			
	Creative_Thinking_Awal	2475,875	62	39,933			
	Creative_Thinking_Akhir	2005,938	62	32,354			
Total	Motivasi_Awal	435639,000	64				
	Motivasi_Akhir	528511,000	64				
	Creative_Thinking_Awal	360010,000	64				
	Creative_Thinking_Akhir	433124,000	64				

Corrected Total	Motivasi_Awal	4154,234	63				
	Motivasi_Akhir	2342,109	63				
	Creative_Thinkin	3302,437	63				
	g_Awal						
	Creative_Thinkin	4099,000	63				
	g_Akhir						

a. R Squared = ,118 (Adjusted R Squared = ,104)

b. R Squared = ,314 (Adjusted R Squared = ,303)

c. R Squared = ,250 (Adjusted R Squared = ,238)

d. R Squared = ,511 (Adjusted R Squared = ,503)

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan dalam penelitian ini adalah model discovery learning berpengaruh signifikan terhadap motivasi belajar dan kemampuan *creative thinking* siswa kelas XI SMAN 1 Sentolo. Karena keterbatasan waktu maka untuk penelitian selanjutnya penelitian tentang pengaruh model discovery learning terhadap motivasi belajar dan *creative thining* siswa dilaksanakan pada beberapa sekolah sehingga dapat dibandingkan dan hasil menjadi lebih valid.

DAFTAR PUSTAKA

- Abdul Majid. (2013). *Strategi Pembelajaran*. Bandung: PT Remaja Rosdakarya. 308-314
- Arends, R.I. (2009). *Learning to Teach (9th ed)*. New York: Mc Graw Hill.
- Carin, A.A. & Sund, R.B. (1985). *Teaching Modern Science (3rd ed)*. Columbus: A Bell & Howell Company.
- Daskolia, M., Dimos, A., & Kamylyis P.G. (2012). Secondary teachers' conceptions of creative thinking within the context of environmental education. *International Journal of Environment&Science Education*, 7, 269-290. Diambil pada tanggal 10 Oktober 2016 dari <http://IJESE v7n2 Daskolia-et-al>.
- Florence Beetlestone. (2013). *Creative Learning Strategi Pembelajaran untuk Melesatkan Kreativitas Anak*. Bandung: Nusa Media. Halaman 5 buku Terjemahan.

- Florida, R., Melander, C., Stolarick, K., Silk, M., Matheson, Z., & Hopgood, M. (2011). *Creativity and Prosperity: The Global Creativity Index*. Toronto: Martin Prosperity Institute. Diakses pada tanggal 2 November 2016 dari <http://martinprosperity.org/media/Global-Creativity-Index-2015.pdf>
- Hiroko Fumoto, Sue Robson, et al (2012). *Young Children's Creative Thinking*. SAGE
- Hosnan. (2014). *Pendekatan Saintifik dan Kontekstual dalam Pembelajaran Abad 21 Kunci Sukses Implementasi Kurikulum 2013*. Jakarta: Ghalia Indonesia.
- Jamil Suprihatiningrum. (2013). *Strategi Pembelajaran, Teori & Aplikasi*. Yogyakarta: Ar-Ruzz Media. 241-242
- Johnson, E.B. (2009). *Contextual Teaching & Learning: Menjadikan Kegiatan Belajar-Mengajar Mengasyikkan dan Bermakna*. (Terjemahan Ibnu Setiawan) Thousand Oaks: Corwin Press, Inc (Buku asli diterbitkan tahun 2002).
- Mendikbud. (2013). *Permendikbud No. 65 Tahun 2013*, tentang Standar Proses Pendidikan Dasar dan Menengah.
- _____. (2013). *Permendikbud No. 66 Tahun 2013*, tentang Standar Penilaian.
- _____. (2013). *Permendikbud No. 70 Tahun 2013*, tentang Kerangka Dasar dan Struktur Kurikulum Sekolah Menengah Kejuruan/Madrasah Aliyah Kejuruan.
- _____. (2013). *Permendikbud No. 81A Tahun 2013*, tentang Implementasi Kurikulum 2013.
- Republika Indonesia. (2003). *Undang-undang RI Nomor 20 Tahun 2003*, tentang Sistem Pendidikan Nasional.
- Slavin, R.E. (2006). *Educational Psychology Theory and Practice (8th ed)*. Boston: Pearson Education.
- Taylor, L.D. (2008). *Creative Thinking and Worldview in Romania*. Nevada: UMI Microform University of Nevada, Reno. *Disertasi versi elektronik UMI Microform 3311919*.
- Trowbridge, L.W. & Bybee, R.W. (1986). *Becoming a Secondary School Science Teacher*. Columbus: Merrill Publishing Company.
- Uno, Hamzah B. (2006). *Teori Motivasi dan Pengukurannya, Analisis di Bidang Pendidikan*. Jakarta: Bumi Aksara. 23

Widoyoko, S.E.P. (2014). *Penilaian Hasil Pembelajaran di Sekolah*. Yogyakarta: Pustaka Pelajar.

Widoyoko, S.E.P. (2012). *Teknik Penyusunan Instrumen Penelitian*. Yogyakarta: Pustaka Pelajar.

**PENGARUH MODEL GUIDED INQUIRY TERHADAP CREATIVE
THINKING DAN RASA INGIN TAHU SISWA BIOLOGI
KELAS XI SMAN 2 WONOSARI**

Indah Dwi Ardina¹, Djukri², Paidi³

*PROGRAM PASCASARJANA PENDIDIKAN BIOLOGI
UNIVERSITAS NEGERI YOGYAKARTA
indah_muricata@yahoo.co.id, uny_djukri@yahoo.com*

Abstrak

Pengaruh model pembelajaran Guided Inquiry terhadap creative thinking dan rasa ingin tahu Siswa SMA Negeri 2 Wonosari pada Jaringan Hewan . Penelitian ini bertujuan untuk : (1) mengetahui pengaruh model pembelajaran guided inquiry terhadap creative thinking siswa kelas XI SMA 2 Wonosari , dan (2) mengetahui pengaruh Guided inquiry terhadap rasa ingin tahu siswa kelas XI SMA 2 Wonosari. Penelitian yang dilaksanakan di kelas XI SMAN 2 Wonosari dengan sampel penelitian kelas XI MIA¹ sebagai kelas eksperimen dan XI MIA³ sebagai kelas kontrol. Hasil penelitian menunjukan adanya perbedaan kemampuan berfikir kreatif dan rasa ingin tahu antara kelas kontrol dan kelas eksperimen setelah melaksanakan pembelajaran model *Guided Inquiry* pada materi jaringan hewan. Hal ini menunjukan bahwa pembelajaran model *Guided Inquiry* pada materi Jaringan Hewan meningkatkan kemampuan berpikir kreatif dan rasa ingin tahu secara signifikan.

Kata kunci : *Guided Inquiry, Creative Thinking, Rasa Ingin Tahu*

PENDAHULUAN

Biologi merupakan kajian ilmu yang mempelajari tentang makhluk hidup. Kajian atau bahasan dalam biologi sangatlah luas, meliputi seluruh makhluk hidup, baik yang uniseluler maupun multiseluler, serta makhluk hidup yang masih hidup atau sudah mati. Biologi tidak hanya mempelajari struktur dan fungsi makhluk hidup, tetapi juga proses-proses yang terjadi didalamnya. Pembelajaran Biologi terdiri dari aspek produk dan proses. Pembelajaran Biologi di Indonesia sebagian besar terbatas pada aspek produk saja. Pembelajaran yang terbatas pada aspek produk menyebabkan pembelajaran berbasis isi. Keberhasilan pembelajaran berbasis isi diukur dari banyaknya konsep yang berhasil dihafalkan oleh siswa, akibatnya kemampuan berpikir tinggi, dan keterampilan proses sains siswa sangat memprihatinkan.

Pembaharuan paradigma pendidikan dari behaviorisme yang mengacu pada teacher centered teaching, bergeser menuju ke konstruktivisme yang mengacu student centered teaching untuk mendorong pembaharuan pembelajaran biologi, dimulai dari berbagai cara peserta didik mengkonstruksi pengetahuan. Berdasar pandangan tersebut, maka semua perubahan itu dapat dilakukan dengan menggunakan suatu model pembelajaran yang bersifat konstruktivistik.

Pada saat ini di sekolah sudah menerapkan kurikulum 2013, pembelajaran yang dilaksanakan oleh guru sudah mengalami pergeseran menuju ke pembelajaran yang berpusat pada siswa (student centered). Pembelajaran dirancang dengan mengoptimalkan potensi yang dimiliki siswa, dengan harapan dapat membantu peserta didik dalam mengkonstruksi pengetahuannya dan menjadikannya seorang pembelajar yang aktif. Pembelajaran yang menitikberatkan pada keterlibatan siswa sehingga siswa lebih aktif dalam membangun pengetahuannya dapat dilaksanakan dengan metode pembelajaran inkuiri (penyelidikan).

Dalam dunia pendidikan pengembangan rasa ingin tahu dalam pembelajaran sangatlah penting. Hal tersebut didukung oleh Sadeh (2007: 162) yang menyatakan bahwa rasa ingin tahu erat kaitannya dengan pembelajaran sains khususnya biologi:

Teaching students how to learn and how to develop their sense of curiosity are goals of educators in general and science teachers in

particular. Biology, concerned with the wonders of life, offers many fascinating natural phenomena that provoke thought and stimulate curiosity,

Proses membelajarkan siswa bagaimana siswa belajar dan bagaimana mengembangkan rasa ingin tahu mereka merupakan tujuan dari para guru pada umumnya dan khususnya para guru sains. Biologi yang berkaitan erat dengan kehidupan menawarkan banyak fenomena alam yang menarik dan merangsang fikiran serta rasa ingin tahu. Hal ini menunjukkan betapa penting mengembangkan rasa ingin tahu siswa, terlebih dalam pelajaran biologi.

Adanya rasa ingin tahu dalam diri siswa dapat memacu siswa menjadi lebih aktif dalam belajar. Selain itu dengan adanya rasa ingin tahu dapat menarik siswa untuk mempelajari fenomena-fenomena di sekitarnya dengan lebih mendalam. Rasa ingin tahu siswa dapat muncul karena adanya sesuatu yang menarik bagi mereka. Salah satu contohnya adalah tentang mengamati jaringan pada makhluk hidup. Fenomena-fenomena tersebut tidak semuanya dapat langsung terbaca atau ditangkap oleh siswa, di sinilah peran guru untuk mengarahkan atau membimbing (*guide*) siswa untuk dapat menangkap fenomena yang ada di sekitar mereka sehingga dapat meningkatkan rasa ingin tahu siswa.

Survei yang dilakukan Romina Cachia & Anusca Ferrari pada tahun 2009 terhadap para guru di Eropa, menunjukkan bahwa 95% guru menyatakan bahwa kreativitas merupakan keterampilan dasar yang sebaiknya dikembangkan di sekolah, akan tetapi hanya 70% yang menyatakan bahwa kreativitas dapat diajarkan dan bahkan hanya 50% yang menyatakan bahwa kreativitas dapat dinilai.

Menteri Pendidikan dan Kebudayaan (2013: 37) menyatakan bahwa sulitnya menilai kreativitas merupakan tantangan bagi sistem pendidikan, bukan untuk dihindari. Terbentuknya insan yang kreatif menjadi salah satu harapan pengembangan Kurikulum 2013. Beliau menambahkan, berdasarkan *The Global Creativity Index* yang dikeluarkan Martin Prosperity Institute pada tahun 2011, sangat penting untuk

meningkatkan kreativitas siswa di Indonesia. Hal tersebut karena kreativitas berkaitan erat dengan perkembangan sumber daya manusia suatu bangsa (Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan, 2013: 37-38).

Kreativitas seseorang diawali dari berfikir kreatif dalam mengeluarkan ide untuk menyelesaikan permasalahan. Hal tersebut sejalan dengan Maimunah yang menyatakan "*creativity starts with a creative thinking that generates ideas towards solving problems*" (Anita Isa, 2012: 195). Oleh karena itu sangat penting untuk meningkatkan *creative thinking* siswa.

Biologi sebagai pelajaran yang tidak hanya berisi konsep-konsep yang harus dihafal serta erat kaitannya dengan proses kerja ilmiah menuntut siswa mempunyai *scientific attitude*. Para siswa perlu dilatih untuk mengembangkan rasa ingin tahu yang sudah mereka miliki sehingga dapat lebih berkembang.

Menurut Chief Bruce (Paidi, 2007: 3), adalah sangat tepat jika guru memilih dan menerapkan metode *inquiry* pada pembelajaran biologi (*teaching on science*) yang berkaitan dengan kerja ilmiah. Guru perlu memberikan kesempatan pada siswa untuk mengembangkan rasa ingin tahunya dan memberikan peluang pada mereka untuk secara kreatif menemukan sendiri jawaban atas rasa keingintahuan siswa pada alam bukan hanya menuntut satu cara dalam menemukan jawaban atas persoalan sains. Akan tetapi perlu diingat guru juga perlu memberikan bimbingan (*guide*), terlebih pada siswa yang belum biasa melakukan langkah-langkah kerja ilmiah atau kegiatan *inquiry* (Paidi, 2007: 3). Menurut *National Science Education Standard* (Rustaman, 2005: 5), untuk pengembangan profesionalitasnya, guru sains perlu memadukan pengetahuan sains, pedagogik dan siswa. Selain itu juga perlu mengaplikasikan pengetahuan ke dalam pembelajaran sains melalui penyelidikan *inquiry*.

Kurikulum 2013 melalui Permendikbud No 103 Tahun 2014 tentang pembelajaran pada pendidikan dasar dan pendidikan menengah, mengamanatkan pembelajaran Biologi di SMA dengan pendekatan saintifik. Salah satu model pembelajaran yang dapat digunakan untuk memperkuat pendekatan saintifik adalah model pembelajaran *Inquiry*. Model pembelajaran *Inquiry (guided)* sangat perlu untuk diterapkan. Model pembelajaran *Inquiry (guided)* juga diyakini efektif dapat

mengembangkan rasa ingin tahu dan *creative thinking* yang sudah dimiliki oleh siswa.

Pemilihan model *Guided Inquiry* mengacu pada *National Science Education Standard* (Rustaman, 2005: 5), yang menyatakan bahwa pada level manapun guru perlu membimbing, mengarahkan, memfasilitasi dan memacu siswa belajar terutama untuk pembelajaran berbasis *inquiry*. Alasan lain adalah dirasa masih adanya celah atau peluang untuk meningkatkan *creative thinking* siswa pada tahapan-tahapan *inquiry*, misalnya pada saat siswa melakukan investigasi atau pengumpulan data, saat siswa menganalisis data dan menyusun laporan hasil pengamatan.

Penelitian ini dilaksanakan di SMAN 2 Wonosari. SMA ini merupakan salah satu SMAN yang ditunjuk pemerintah untuk mengimplementasikan kurikulum 2013 pada tahun ajaran 2016/2017.

METODE PENELITIAN

Jenis penelitian ini adalah penelitian Eksperimen. Dalam penelitian ini peneliti ingin meneliti pengaruh dari penerapan model pembelajaran *Guided Inquiry* terhadap *Creative thinking* dan rasa ingin tahu peserta didik. Kegiatan pembelajaran dengan model *Guided Inquiry* pada materi Jaringan Hewan dilakukan selama dua kali pertemuan. Kelas eksperimen melaksanakan pembelajaran dengan menggunakan model *Guided Inquiry* dan kelas kontrol menggunakan pembelajaran konvensional dengan metode diskusi dan presentasi. Kegiatan pembelajaran dilaksanakan selama dua kali pertemuan untuk masing masing kelas. Pada pertemuan pertama sebelum kegiatan pembelajaran berlangsung dilaksanakan *pre- test* dan setelah kegiatan pembelajaran berlangsung dilaksanakan pula *post- test*.

Kegiatan pembelajaran pada *Guided Inquiry* pada pertemuan pertama dimulai dengan pendahuluan mencakup pelaksanaan *pretest*. Kegiatan inti yang dilaksanakan pada pertemuan pertama terdiri dari dua kegiatan inti yaitu **Exploring a phenomenon** dan **Focusing on question**. Pada proses **Exploring a phenomenon** kegiatan *viewing videos*,

researching, surfing the internet/ interviewing expert, dan talking with peer dilaksanakan pada saat pembelajaran, sedangkan kegiatan inti kedua yaitu **Focusing on question**. siswa diberi waktu penh untuk mengajukan pertanyaan yang berkaitan dengan materi pembelajaran, sehingga rasa ingin tahunya berkembang. Pertemuan 1 diakhiri dengan penutup dan pemberitahuan kepada peserta didik bahwa proyek dilaksanakan di luar jam pembelajaran.

Pertemuan kedua pada pembelajaran dengan model *Guided Inquiry* dimulai dengan pendahuluan. Kegiatan inti pada pertemuan kedua pembelajaran *Guided Inquiry* dilaksanakan **Planning the investigation ing activities**. **Planning the investigation** terdiri dari kegiatan *meranycang kegiatan dan Communicating new knowledge*. Pertemuan kedua diakhiri dengan postes untuk mengetahui kemampuan peserta didik setelah mengikuti pembelajaran dengan model *Guided Inquiry*.

Metode *experiment* dalam penelitian ini, menggunakan desain *Pretest- Posttest Control-Group Design* menurut Sugiyono (2012: 76).

Tabel 1.
Pretest- Posttest Control-Group Design

Kelompok	<i>Pre-Test</i>	<i>Treatment</i>	<i>Post-Test</i>
E	O ₁	X	O ₂
K	O ₃	-	O ₄

Keterangan:

E = Kelas Eksperimen yang diberikan perlakuan (*treatment*) berupa model pembelajaran *guided inquiry*.

K = Kelas Kontrol yang tidak dikenai perlakuan (*treatment*), proses pembelajaran dilakukan dengan model pembelajaran konvensional di dalam kelas.

X = Pembelajaran biologi menggunakan model pembelajaran

guided inquiry.

O₁ = Tes kemampuan awal (hasil belajar kognitif) kelas eksperimen
(*pre-test*).

O₂ = Tes kemampuan akhir (hasil belajar kognitif) kelas
eksperimen (*post-test*)

O₃ = Tes kemampuan awal (hasil belajar kognitif) kelas kontrol
(*pre- test*).

O₄ = Tes kemampuan akhir (hasil belajar kognitif) kelas kontrol
(*post-test*).

Subjek Penelitian

Subjek adalah 25 siswa kelas XI MIA¹ SMAN 2 Wonosari sebagai kelas eksperimen, dan 25 siswa kelas X MIA³ SMAN 2 Wonosari sebagai kelas kontrol.

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

Tabel 2.
Hasil Pretest dan Posttest Kelas Kontrol dan Kelas Eksperimen

Kelas	Berpikir Kreatif		Rasa Ingin Tahu	
	Pre	Post	Pre	Post
Kontrol	36,00	81,20	63,60	63,88
Eksperimen	34,60	87,40	63,92	64,12

Rata- rata nilai pretes untuk kemampuan berpikir kreatif pada kelas kontrol lebih tinggi daripada kelas eksperimen yaitu 36,00 untuk kelas kontrol dan 34,60 untuk kelas eksperimen. Rata-rata pretes untuk kemampuan rasa ingin tahu pada kelas eksperimen lebih tinggi daripada kelas kontrol yaitu 63,92 untuk kelas eksperimen dan 63,60 untuk kelas kontrol. Nilai pretes tersebut menggambarkan kemampuan awal siswa pada kelas eksperimen dan kelas kontrol. Rata-rata untuk kemampuan berpikir kreatif dan sikap rasa ingin tahu siswa pada kelas eksperimen lebih tinggi dibandingkan dengan kelas kontrol.

Rata-rata nilai postes untuk kemampuan berpikir kreatif, yaitu 87,40 pada kelas eksperimen dan 81,20 pada kelas kontrol. Rata-rata postes untuk rasa ingin tahu siswa pada kelas eksperimen 64,12 dan pada kelas kontrol 59,41 pada kelas kontrol. Rata-rata untuk sikap kreatif pada kelas eksperimen 86,36, sedangkan pada kelas kontrol 75,31.

Nilai postes untuk berpikir kreatif dan rasa ingin tahu dianalisis dengan menggunakan MANOVA. Berdasarkan hasil analisis, pembelajaran model *Guided Inquiry* pada materi Jaringan Hewan berpengaruh terhadap kemampuan berpikir kreatif dan rasa ingin tahu. Hal tersebut ditunjukkan dengan nilai sig 0,000. Berikut ini merupakan tabel tes multivariate yang menunjukkan nilai sig 0,000

Tabel 3.
Hasil Uji Manova

Multivariate Tests ^b						
Effect		Value	F	Hypothesis df	Error df	Sig.
Intercept	Pillai's Trace	.997	7.106E3 ^a	2.000	47.000	.000
	Wilks' Lambda	.003	7.106E3 ^a	2.000	47.000	.000
	Hotelling's Trace	302.371	7.106E3 ^a	2.000	47.000	.000
	Roy's Largest Root	302.371	7.106E3 ^a	2.000	47.000	.000
Kelas	Pillai's Trace	.836	1.200E2 ^a	2.000	47.000	.000
	Wilks' Lambda	.164	1.200E2 ^a	2.000	47.000	.000
	Hotelling's Trace	5.106	1.200E2 ^a	2.000	47.000	.000
	Roy's Largest Root	5.106	1.200E2 ^a	2.000	47.000	.000

a. Exact statistic

b. Design: Intercept + kelas

Berdasarkan analisis statistik, model *Guided Inquiry* yang diimplementasikan pada pembelajaran materi jaringan hewan mempunyai pengaruh kepada kelas eksperimen dan kelas kontrol. Terdapat perbedaan kemampuan berpikir kreatif dan rasa ingin tahu antara kelas kontrol dan kelas eksperimen setelah dilaksanakan pembelajaran model *Guided Inquiry* pada materi jaringan hewan. Hal tersebut ditunjukkan dengan nilai signifikansi untuk kemampuan berpikir kreatif nilai sig. 0,000, literasi sains nilai sig. 0,000, dan sikap kreatif nilai sig. 0,000.

Tabel 4.
Hasil Homogenitas Multivariat

Tests of Between-Subjects Effects						
Source	Dependent Variable	Type III Sum of Squares	Df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	creative.thinking	3646.580 ^a	1	3646.580	69.940	.000
	rasaingintahu	6914.880 ^b	1	6914.880	195.400	.000
Intercept	creative.thinking	263973.780	1	263973.780	5.063E3	.000
	rasaingintahu	286070.480	1	286070.480	8.084E3	.000
Kelas	creative.thinking	3646.580	1	3646.580	69.940	.000
	rasaingintahu	6914.880	1	6914.880	195.400	.000
Error	creative.thinking	2502.640	48	52.138		
	rasaingintahu	1698.640	48	35.388		
Total	creative.thinking	270123.000	50			
	rasaingintahu	294684.000	50			
Corrected Total	creative.thinking	6149.220	49			
	rasaingintahu	8613.520	49			

a. R Squared = ,593 (Adjusted R Squared = ,585)

b. R Squared = ,803 (Adjusted R Squared = ,799)

KESIMPULAN DAN SARAN

Terdapat perbedaan/pengaruh penerapan pembelajaran model *Guided Inquiry* terhadap rasa ingin tahu dan *creative thinking* siswa pada pembelajaran biologi materi jaringan hewan di Sekolah Menengah Atas (SMA). Karakteristik penggunaan perangkat pembelajaran model *Guided Inquiry* berpengaruh terhadap rasa ingin tahu dan *creative thinking* siswa pada pembelajaran biologi materi jaringan hewan di Sekolah Menengah Atas (SMA) adalah adanya peningkatan rasa ingin tahu dan *creative thinking* siswa yang signifikan berdasarkan hasil uji MANOVA.

DAFTAR PUSTAKA

- Anita Isa, J. A. (2012). *How to Measure Students' Creativity? The Asian Conference on the Social Sciences*. Osaka: Official Conference Proceedings.
- Anonim. (2013). *Biology*. Utah: Utah State Office of Education.
- Anwar, H. (2009). Penilaian Sikap Ilmiah dalam Pembelajaran Sains. *Jurnal Pelangi Ilmu*, 2 (5): 103-113.
- Ardiyanto, D. S. (2013). *Pembelajaran Matematik dengan Pendekatan Kontekstual Berbantuan Hands on Problem Solving untuk Meningkatkan Rasa Ingin Tahu dan Prestasi Belajar Siswa*. Makalah disajikan dalam Seminar Penguatan Peran Matematika dan Pendidikan Matematika untuk Indonesia yang Lebih Baik di Universitas Negeri Yogyakarta
- Bao, L. (2006). Theoretical Comparisons Of Average Normalized Gain Calculator. *Am. J. Phys*, 74(10), pp 917-922
- Binson, B. (2009). Curiosity-Based Learning (CBL) Program. *US-China Education Review*, 6, 13.
- Borg, W. & Gall M.D. (1983). *Educational Research*. New York: Longman.
- Borich, G.D. (1994). *Observation Skill for Effective Teaching* (2nd ed). New York: Mcmilan Publishing Company.
- Borowske, K. (2005, April). *Curiosity and Motivation-to-Learn*. ACRL Twelfth National Conference. Minneapolis, Minnesota
- Cachia, R., & Ferrari, A. (2010). *Creativity in Schools: A Survey of Teachers in Europe*. Spain : JRC-IPTS
- Campbell, N. A., Reece, J. B., & Mitchell L. G. (2004). *Biologi jilid 3 edisi 5*. (Terjemahan Wasmen Manalu). San Fransisco: Pearson. (Buku asli diterbitkan tahun 1999)
- Campbell, N. A. et al. (2010). *Biologi jilid 3 edisi 8*. (Terjemahan Damaring Tyas Wulandari). San Fransisco: Pearson. (Buku asli diterbitkan tahun 2008)
- Chiappetta, E. L. & Koballa, T. R. (2010). *Science Instruction in The Midle And Secondary School* (7th ed). Boston: Pearson Education Inc.

- Daskolia, M., Dimos, A. & Kampylis, P. G. (2012). Secondary Teachers' Conceptions of Creative Thinking Within The Context of Environmental Education. *International Journal of Environmental & Science Education*, 7, 271.
- Engel, S. (2011). Children's Need to Know: Curiosity in Schools. *Harvard Educational Review*, 81, 626.
- Irwan, Z. D. (2010). *Prinsip-Prinsip Ekologi*. Jakarta: PT Bumi Aksara.
- Jirout, J. & Klahr, D. (2012). Children's Scientific Curiosity. *Developmental Review*, 32, 125.
- Kaufman, J.C., Plucker, J.A., and Baer J. (2008). *Essentials of Creativity Assessment*. Hoboken: John Wiley&Sons, Inc.
- Kemendiknas. 2010. *Pengembangan Pendidikan Budaya dan Karakter Bangsa*. Jakarta: Badan Penelitian dan Pengembangan Kurikulum.
- Kuhlthau, C. C., & Maniotes, L. K. (2010). Building Guided Inquiry Teams for 21st-Century Learners. *School Library Monthly*, XXVI, 18.
- Llewellyn, D. (2011). *Differentiated Science Inquiry*. Thousand Oaks: Corwin.
- Mahmudi, A. (2010). *Mengukur Kemampuan Berpikir Kreatif Matematis*. Makalah Disajikan Pada Konferensi Nasional Matematika XV UNIMA Manado
- McIntosh, R. (1985). *The Background of Ecology Concept and Theory*. New York: Cambridge University Press
- Menteri Pendidikan dan Kebudayaan. (2013). *Arahan Mendikbud Pengembangan Kurikulum 2013*. Jakarta: Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan.
- Menteri Pendidikan dan Kebudayaan. (2014).a. *Peraturan Menteri Pendidikan dan Kebudayaan Republik Indonesia Nomor 59*. Jakarta.
- Menteri Pendidikan dan Kebudayaan. (2014).b. *Peraturan Menteri Pendidikan dan Kebudayaan Republik Indonesia Nomor 103*. Jakarta
-

PENGARUH MODEL BELAJAR SELF REGULATED LEARNING TERHADAP METAKOGNITIF DAN MOTIVASI SISWA DI MAN 1 WONOSARI

Titik Rohma¹, Djukri², Paidi³

*Program Pascasarjana Pendidikan Biologi
Universitas Negeri Yogyakarta
titikrohma051@gmail.com, uny_djukri@yahoo.com*

Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui 1) Pengaruh dari model pembelajaran *self Regulated Learning* (SRL) terhadap motivasi belajar dan 2) Pengaruh *Self Regulated Learning* (SRL) terhadap kemampuan metakognitif siswa pada materi sistem gerak di MAN 1 Wonosari. Penelitian ini termasuk jenis penelitian quasi eksperimen *non-equivalent pretest posttest control group design* dengan melakukan perlakuan yang berbeda kepada subjek penelitian, ada kelompok yang akan di treatmen dan ada yang akan menjadi kelompok kontrol. Treatmen yang dilakukan terhadap kelompok eksperimen adalah penerapan *self regulated learning* sedangkan kepada kelompok kontrol menggunakan model belajar konvensional. Populasi dan sampel dalam penelitian ini adalah siswa kelas XI MIA 2 MAN 1 Wonosari sebagai kelas kontrol dan siswa kelas XI MIA 3 MAN 1 Wonosari sebagai kelas eksperimen. Analisis data penelitian dengan menggunakan uji MANOVA. Hasil analisis penelitian menunjukkan bahwa model belajar *Self Regulated Learning* berpengaruh signifikan terhadap motivasi intrinsik dan kemampuan metakognitif siswa di MAN 1 Wonosari dengan signifikansi motivasi (sig 0,00) dan metakognitif (sig 0,00).

Kata kunci: *Self Regulated Learning, Motivasi dan Metakognitif*

PENDAHULUAN

Di dalam kehidupan sehari-hari, manusia tidak bisa lepas dari kegiatan belajar. Perubahan yang menuntut terjadinya aktivitas belajar tersebut juga tidak pernah berhenti. Belajar adalah modifikasi atau memperteguh kelakuan melalui pengalaman, bukan hanya sekedar proses, suatu kegiatan dan bukan suatu hasil atau tujuan. Belajar tidak hanya sekedar mengingat, akan tetapi mengalami. Hasil belajar bukan suatu penguasaan hasil latihan melainkan pengubahan kelakuan. Belajar adalah suatu proses perubahan tingkah laku individu melalui interaksi dengan lingkungan. Begitu

pentingnya arti belajar dalam kehidupan sehari-hari, tidak terkecuali dalam dunia pendidikan. Belajar merupakan kunci utama dalam dunia pendidikan, sehingga tanpa belajar tidak akan pernah ada pendidikan. Belajar merupakan aktivitas yang dilakukan untuk mendapatkan kecakapan, keterampilan dan sikap. Aktivitas belajar akan menghasilkan perubahan dalam diri seseorang seperti dalam kaitannya tujuan belajar untuk memperoleh perubahan tingkah laku.

Pembelajaran biologi pada hakikatnya telah mengutamakan proses penemuan melalui kegiatan percobaan dan observasi. Sehingga dapat dikatakan bahwa dalam pembelajaran biologi siswa dituntut untuk mengkonstruksi pengetahuannya sendiri, yang berarti siswa harus bisa melakukan pembelajaran mandiri. Pembelajaran demikian biasanya lebih cenderung diterapkan disekolah-sekolah tertentu. Oleh karena itu peneliti melakukan wawancara kepada guru biologi di sekolah-sekolah di wilayah kabupaten Gunung Kidul Yogyakarta. Beberapa sekolah telah menerapkan pembelajaran dengan metode *student centered* dan melatih siswanya untuk mengkonstruksi pengetahuannya sendiri dan melakukan pembelajaran mandiri. Namun ada satu sekolah yang masih menerapkan metode belajar *teacher centered*. Sekolah tersebut adalah MAN 1 Wonosari.

Hasil wawancara terhadap guru di MAN 1 Wonosari menunjukkan, para siswa terbiasa diajar dengan metode *teacher centered*. Hal tersebut menimbulkan kejenuhan dalam diri siswa sehingga pembelajaran menjadi kurang efektif. Siswa lebih cenderung kurang aktif dan kurang tertarik jika diberikan tugas tugas mandiri dalam proses pembelajaran. Hal ini menunjukkan kurangnya rasa percaya diri siswa terhadap kemampuan yang dia miliki.

Motivasi dibutuhkan peserta didik untuk melaksanakan strategi yang akan mempengaruhi proses belajar. Peserta didik cenderung akan lebih efisien mengatur waktunya dan efektif dalam belajar apabila memiliki motivasi belajar. Motivasi yang berasal dari dalam diri seseorang (*intrinsic*) cenderung akan lebih memberikan hasil positif dalam proses belajar dan meraih prestasi yang baik. Motivasi ini akan lebih kuat dan lebih stabil/menetap bila dibandingkan dengan motivasi yang berasal dari luar diri (*extrinsic*). Selain itu motivasi secara positif berhubungan dengan kemandirian belajar.

Motivasi dibutuhkan siswa untuk melaksanakan strategi yang akan mempengaruhi proses belajar. Motivasi belajar membuat siswa lebih efisien mengatur waktu dan efektif dalam belajar. Motivasi yang dimiliki peserta didik secara positif berhubungan dengan self regulated learning. Motivasi dibutuhkan peserta didik untuk melaksanakan strategi yang akan mempengaruhi proses belajar. Peserta didik cenderung akan lebih efisien mengatur waktunya dan efektif dalam belajar apabila memiliki motivasi belajar. Motivasi yang berasal dari dalam diri seseorang (intrinsic) cenderung akan lebih memberikan hasil positif dalam proses belajar dan meraih prestasi yang baik.

Motivasi belajar siswa yang baik dapat menjadikan siswa lebih yakin akan apa yang dilakukannya sehingga dapat membuat siswa lebih mandiri dalam belajar. Salah satu hal yang berhubungan dengan kemandirian adalah metakognitif, karena kemampuan metakognitif mengarah pada kemampuan berpikir tinggi (*high order thinking*) yang meliputi kontrol aktif terhadap proses kognitif dalam pembelajaran. Oleh sebab itu metakognitif bisa menjadi pengaruh atau dampak dari meningkatnya kemandirian siswa.

Peningkatan, motivasi dan metakognitif siswa dapat terjadi jika diterapkan model belajar yang motivasional. Model pembelajaran motivasional dipandang sangat relevan untuk menstimulasi kemandirian, kemampuan dan pola pikir siswa, baik dengan sesama siswa ataupun dengan guru, agar siswa lebih yakin terhadap kemampuannya dalam belajar serta proses belajar menjadi aktif kembali. Model pembelajaran motivasional yang dianggap bisa meningkatkan metakognitif dan motivasi belajar siswa adalah model SRL (*Self Regulated Learning*). Menurut Zimmerman (1986:119), self-regulated learners secara tipikal memiliki motivasi yang tinggi untuk belajar, dan mereka juga secara metakognitif dan behavioral terlibat aktif dalam proses pembelajaran.

Belajar mandiri sangat diperlukan untuk menyongsong kehidupan di masa mendatang. Dengan tantangan kehidupan yang semakin keras, kompleksnya permasalahan sosial di sekitar kita, dan perkembangan teknologi yang sangat pesat menuntut adanya pengembangan kemampuan setiap peserta didik untuk dapat memanfaatkan setiap sumber belajar yang ada secara mandiri tanpa membutuhkan banyak bantuan orang lain

Peserta didik ahli mengenal dirinya sendiri dan bagaimana mereka belajar dengan sebaik-baiknya. Mereka mengetahui gaya pembelajaran yang disukainya, apa yang mudah dan sulit bagi dirinya, bagaimana cara mengatasi bagian-bagian sulit, apa minat dan bakatnya, dan bagaimana cara memanfaatkan kekuatan/kelebihannya. Mereka juga tahu subjek yang sedang dipelajarinya; semakin banyak subjek yang mereka pelajari semakin banyak pula yang mereka ketahui, serta semakin mudah untuk belajar lebih banyak (Alexander 2006. 129.)

Agar dapat meningkatkan Metakognitif dan Motivasi belajar siswa, guru sebagai fasilitator harus merancang penerapan model SRL dalam kegiatan pembelajaran sebaik mungkin. Mengarahkan siswa membuat kesimpulan dari subjek-subjek yang mereka pelajari secara mandiri.

Berdasarkan uraian permasalahan di atas, maka peneliti akan melakukan penelitian eksperimen dengan melihat pengaruh dari strategi belajar *Self Regulated Learning* terhadap metakognitif dan motivasi siswa di MAN 1 Wonosari. Masalah dalam penelitian ini dirumuskan (1) Apakah *self Regulated Learning* berpengaruh terhadap kemampuan metakognitif siswa di MAN 1 Wonosari. (2) Apakah *self Regulated Learning* berpengaruh terhadap motivasi siswa di MAN 1 Wonosari.. Tujuan dalam penelitian ini adalah (1) Untuk melihat pengaruh kemampuan metakognitif siswa melalui *strategi self Regulated Learning* .(2) Untuk melihat pengaruh motivasi siswa melalui model *self Regulated Learning*.

Manfaat penelitian ini bagi siswa adalah agar siswa mulai memberlakukan sistem belajar dengan regulasi diri dan menjadi terbiasa dengan sistem belajar tersebut sehingga kemampuan metakognitif dan motivasi siswa di MAN 1 Wonosari serta Dapat berkembang seiring waktu sedangkan bagi guru adalah agar model belajar *self regulated learning* (SRL) dapat menjadi referensi model pembelajaran bagi guru di MAN 1 Wonosari dan bagi sekolah adalah agar penelitian ini dapat digunakan sebagai bahan informasi dan kajian untuk melakukan penelitian lebih lanjut mengenai model belajar *Self Regulated Learning*

METODE PENELITIAN

Penelitian mengenai pengaruh model belajar *self regulated learning* terhadap metakognitif dan motivasi siswa ini menggunakan desain eksperimen semu (*quasi eksperimen*). Kuasi eksperimen yang digunakan adalah *non-equivalent pretest posttest control group design* dengan melakukan perlakuan yang berbeda kepada subjek penelitian, ada kelompok yang akan di *treatmen* dan ada yang akan menjadi kelompok kontrol. *Treatmen* yang dilakukan terhadap kelompok eksperimen adalah *penerapan self regulated learning* sedangkan kepada kelompok kontrol menggunakan model belajar konvensional. Desain penelitian disajikan pada tabel 1.

Tabel 1. Desain penelitian

Kelompok	<i>Pre-test</i>	<i>Treatment</i>	<i>Post-test</i>
Eksperimen	O ₁	X ₁	O ₂
Kontrol	O ₃	X ₂	O ₄

Keterangan :

O₁ = *pre-test* kelompok eksperimen

O₂ = *post-test* kelompok eksperimen

O₃ = *pre-test* kelompok kontrol

O₄ = *post-test* kelompok kontrol

X₁ = pembelajaran menggunakan model pembelajaran *SRL*

X₂ = pembelajaran menggunakan model pembelajaran konvensional

Populasi dalam penelitian ini adalah siswa siswi MAN 1 kelas XI sedangkan sampelnya adalah siswa siswi kelas MIA 2 yang berjumlah 20 Siswa sebagai kelas kontrol dan siswa kelas MIA 3 yang berjumlah 20 siswa sebagai kelas eksperimen. Variabel dalam penelitian ini adalah model belajar *self regulated learning* sebagai variabel bebas sedangkan metakognitif dan motivasi sebagai variabel terikat. Teknik pengumpulan data berupa wawancara, observasi, angket dan tes tertulis.

HASIL PENELITIAN

Setelah dilakukan Analisis data pretest posttest siswa pada kelas eksperimen maka dapat dilihat pengaruh model belajar self regulated learning terhadap motivasi dan metakognitif siswa di MAN 1 Wonosari dilakukan dengan uji MANOVA secara singkat dapat dilihat pada tabel 2

Tabel 2 Hasil Pretest dan Posttest Kelas Kontrol dan Eksperimen

Kelas	Motivasi		Metakognitif	
	Pre	Post	Pre	Post
Kontrol	39,44	45,54	39,79	52,75
Eksperimen	48,13	83,57	63,44	87,33

Berdasarkan perhitungan yang telah dilakukan rata-rata nilai pretest motivasi siswa pada kelas kontrol adalah 39,44 sedangkan pada posttest nilainya meningkat menjadi 45,54. Pada kelas eksperimen rata rata nilai pretest siswa adalah 48,13 sedangkan untuk nilai posttest siswa adalah 83,57. Hasil angket pretest metakognitif siswa menunjukkan nilai 63,44 sedangkan pada posttest nilai melonjak tinggi menjadi 87,33. Hasil analisis multivariat disajikan pada tabel 3

Tabel 3 Multivariate test

Effect		Value	F	Hypothesis df	Error df	Sig.
Intercept	Pillai's Trace	,998	8863,636 ^b	2,000	33,000	,000
	Wilks' Lambda	,002	8863,636 ^b	2,000	33,000	,000
	Hotelling's Trace	537,190	8863,636 ^b	2,000	33,000	,000
	Roy's Largest Root	537,190	8863,636 ^b	2,000	33,000	,000
Kelas	Pillai's Trace	,962	420,626 ^b	2,000	33,000	,000
	Wilks' Lambda	,038	420,626 ^b	2,000	33,000	,000
	Hotelling's Trace	25,492	420,626 ^b	2,000	33,000	,000
	Roy's Largest Root	25,492	420,626 ^b	2,000	33,000	,000

a. Design: Intercept + Kelas
b. Exact statistic

Berdasarkan hasil analisis pada tabel 2, terlihat bahwa pengimplementasian model belajar *self regulated learning* terhadap motivasi dan metakognitif siswa pada materi sistem gerak menunjukkan adanya signifikansi atau pengaruh yang signifikan model belajar *self regulated learning* terhadap motivasi dan metakognitif siswa di MAN 1 Wonosari. Hal tersebut dapat dilihat dari nilai signifikansi motivasi 0,00 dan metakognitif nilai sig 0,00.

Tests of Between-Subjects Effects

	Dependent Variable	Type III Sum of Squares	Df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	Motivasi	10988,763 ^a	1	10988,763	619,726	,000
	Metakognitif	5012,039 ^b	1	5012,039	241,282	,000
Intercept	Motivasi	151778,763	1	151778,763	8559,764	,000
	Metakognitif	198804,706	1	198804,706	9570,549	,000
Kelas	Motivasi	10988,763	1	10988,763	619,726	,000
	Metakognitif	5012,039	1	5012,039	241,282	,000
Error	Motivasi	602,876	34	17,732		
	Metakognitif	706,267	34	20,773		
Total	Motivasi	182023,000	36			
	Metakognitif	221169,000	36			
Corrected Total	Motivasi	11591,639	35			
	Metakognitif	5718,306	35			
a. R Squared = ,948 (Adjusted R Squared = ,946)						
b. R Squared = ,876 (Adjusted R Squared = ,873)						

PEMBAHASAN

Kegiatan pembelajaran pada pertemuan pertama pada kelas eksperimen sebelum treatment menggunakan *self regulated learning* adalah dilakukan pretest terhadap siswa yaitu dengan membagikan angket metakognitif dan motivasi. Setelah itu siswa membagi kelompok untuk memulai kegiatan belajar mandiri. Selanjutnya siswa membagi kelompok, mereka segera melakukan pengamatan terhadap sistem gerak pada tubuh manusia dengan menggunakan torso yang ada di laboratorium. Secara berkelompok siswa mengamati torso tersebut kemudian membuat makalah dan peta

konsep mengenai sistem gerak yang telah mereka amati sebelumnya secara berkelompok. Pada pertemuan kedua siswa mempresentasikan makalah dan hasil diskusi mereka. Pertemuan ketiga siswa mengisi LKS dan di akhir pembelajaran siswa mengisi posttest berupa angket metakognitif dan motivasi belajar.

Pintrich dalam Montolvo (2004:7) menuliskan bahwa *Self Regulated Learning* (SRL) merupakan suatu model pembelajaran bagi siswa supaya mampu mengarahkan dirinya sendiri dalam belajar atau disebut sebagai proses pengaturan diri yang terjadi disaat belajar.

Hasil analisis MANOVA pada taraf signifikansi 5% diperoleh kesimpulan bahwa kemampuan metakognitif dan motivasi siswa yang dibelajarkan dengan model SRL berbeda sangat signifikan dengan kemampuan metakognitif dan motivasi siswa yang dibelajarkan dengan strategi konvensional. Hal ini menunjukkan bahwa model SRL berpengaruh sangat signifikan terhadap kemampuan metakognitif dan motivasi. Dengan kata lain, penerapan model SRL memberikan pengaruh positif dan sangat kuat terhadap kemampuan metakognitif dan motivasi siswa. Model SRL memberi kesempatan lebih banyak kepada pembelajar untuk mencari informasi di berbagai sumber belajar dan kebebasan menggunakan berbagai media belajar untuk membangun pengetahuan sendiri. Selain itu, dalam SRL dilandasi oleh paham konstruktivisme, di mana pembelajaran dirancang dan dikelola sedemikian rupa sehingga mampu mendorong siswa untuk mengorganisasi pengalamannya sendiri menjadi suatu pengetahuan baru yang bermakna. Pada proses pembelajaran siswa tidak hanya menerima begitu saja apa yang disajikan guru melainkan juga membangun hubungan-hubungan baru dari konsep dan prinsip yang dipelajari berdasarkan pengetahuan yang telah dimiliki sebelumnya.

Zimmerman (1989:10) berpendapat bahwa siswa yang memiliki *self regulated learning* adalah siswa yang secara *metakognitif*, *motivasional*, dan *behavioral* merupakan peserta aktif dalam proses belajar bagi mereka. Dalam proses ini siswa dengan sengaja mengarahkan diri untuk mencapai tujuan belajar, siswa mengetahui bagaimana cara diri sendiri untuk mengatur pelajaran mereka dan mengembangkan diri sendiri. Para guru mempunyai tanggung jawab tidak hanya mengajar, akan tetapi yang lebih penting adalah mengajari siswanya bagaimana mereka harus belajar. (Pintrich

dalam Montolvo, 2004). Menurut Winne (1997.9) *self regulated learning* adalah kemampuan seseorang untuk mengelola secara efektif pengalaman belajarnya sendiri di dalam berbagai cara sehingga mencapai hasil belajar yang optimal.

Chen (2002.82.) mendefinisikan pengelolaan diri dalam belajar sebagai bentuk belajar individual dengan bergantung pada motivasi belajar mereka, secara otonomi (mandiri) mengembangkan pengukuran (kognisi, metakognisi dan perilaku) dan memonitor kemajuan belajarnya. Siswa yang menggunakan metode *self regulated learning* memiliki kesadaran terhadap hasil kinerjanya (Zimerman dalam Elliot et al., 1999). Mereka dapat merencanakan tingkat prestasinya berdasarkan kinerja yang direncanakan.

Anderson dan Krathwohl (2001.140) mengemukakan tiga aspek dari pengetahuan metakognisi, yaitu (a) pengetahuan strategi (strategic knowledge), (b) pengetahuan tentang tugas-tugas kognitif, termasuk pengetahuan kontekstual dan kondisional, dan (c) pengetahuan diri (self-knowledge). Flavel (dalam Livingston :1997) membagi pengetahuan kognitif ke dalam tiga kategori, yaitu (a) variabel pengetahuan diri (individu), (b) variabel tugas, dan (c) variabel strategi. Sedangkan indikator-indikator metakognisi menurut Hacker tergambar dari pengertian metakognisi yang dikemukakannya dalam artikel yang berjudul “Metacognition: Definitions and Empirical Foundations” bahwa metakognisi adalah proses berpikir seseorang tentang tentang berpikirnya sendiri. Wujud dari berpikir dalam pengertian ini adalah: kesadaran tentang apa yang seseorang ketahui (yaitu pengetahuan metakognisi), apa yang dilakukan seseorang (yaitu keterampilan metakognisi), dan bagaimana keadaan kognitif dan afektif seseorang (yaitu pengalaman metakognisi).

Metakognitif anak dapat dikembangkan dengan cara mengintruksikan anak untuk mengobservasi apa yang mereka kerjakan dan ketahui. Hal tersebut dapat dilakukan melalui pembelajaran di sekolah oleh guru, salah satunya dengan menerapkan pembelajaran mandiri.

KESIMPULAN

Model SRL secara nyata berpengaruh positif terhadap metakognitif dan motivasi siswa di MAN 1 Wonosari. Penerapan strategi SRL juga mendapat respon positif dari siswa yang telah dibelajarkan dengan strategi tersebut.

SARAN

Penelitian ini memerlukan penelitian lanjutan dengan mengimplementasikan model SRL sebaiknya dilakukan juga pada tingkat universitas mengingat sistem pembelajaran yang diterapkan pada model ini sangat cocok dengan mahasiswa karena lebih cenderung menerapkan pada pembelajaran mandiri

DAFTAR PUSTAKA

- Alexander. (2006). *Psychology in Learning and Instruction*. Upper Saddle River. N.J: Merrill/Prentice Hall.
- Anderson, L.R., & Krathwohl, D.R. 2001. *A Taxonomy for Learning, Teaching, and Assessing: A Revision of Bloom's Taxonomy of Educational Objectives. A Bridged Edition*. New York: Addison Wesley Longman, Inc
- Chen, C. (2002). Self-regulated Learning Strategies and Achievement in an Introduction to Information Systems Course. *Information Technology, Learning, and Performance Journal*, Vol. 20, No. 1.
- Zimmerman, B.J and Kitsantas, A. 1996. Self-Regulated Learning of a Motoric Skill: The Role of Goal Setting and Self-Monitoring. *Journal of Applied Sport Psychology*, (8), 60-75.
- Zimmerman, B.J. (2002). Becoming a self regulated learner: An overview. *Theory into Practice*, 41, 64-70.
- Zimmerman, B.J. (1999). Acquiring writing revision skill, shifting from process goals to outcome self regulatory goals.
- Zimmerman, B.J. (1990). Self regulated learning and academic achievement: An overview. *Educational Psychologist*, 25 (1), 3-17.
- Zimmerman, B.J. (1989). A Social cognitive view of self-regulated academic learning. *Journal of Education Psychology*, 81, 329-339.

Winne, P. H. (1997). Experimenting to bootstrap self-regulation learning. *Journal of Education Psychology*. Vol 89. No. 3. 397-410. 1997

Pintrich, R.R., & De Groot, E.V. (1990). Motivational and self-regulated learning components of classroom academic performance, *Journal of Educational Psychology*, 82, 0022-0663.

Montolvo, Fermin Torano dan Carmen, Maria. 2004. Jurnal Penelitian. *Self Regulated Learning (Current And Future Directions)*. Universitas De Navarra.

**Penerapan *Problem Based Learning* (Pbl) Melalui Studi Kasus Untuk
Meningkatkan Sikap Sosial dan Kepribadian Mahasiswa Calon Guru Biologi Pada
Mata Kuliah *Biology Education***

Yuni Wibowo, Slamet Suyanto, Atik Kurniawati
e-mail: yuni_wibowo@uny.ac.id

Abstrak

Penelitian ini bertujuan Lesson Study ini bertujuan untuk meningkatkan: 1) kualitas perkuliahan matakuliah *Biology Education*, 2) kompetensi kepribadian dan sosial mahasiswa calon guru biologi melalui matakuliah *Biology Education*. Jenis penelitian ini adalah Penelitian Tindakan kelas model Kemmis and Taggart dengan tahap Perencanaan, Implementasi dan observasi serta refleksi. Penelitian dilaksanakan dalam 3 siklus dengan topik: characteristics of students, characteristics of biology teacher dan the usage of educational technology. Setiap siklus dilaksanakan dalam 2 kali pertemuan. Subjek dalam penelitian ini yaitu mahasiswa jurusan pendidikan biologi semester 3 yang menempuh matakuliah biology education. Banyaknya mahasiswa yaitu 25 orang yang terdiri dari 5 mahasiswa putra dan 20 mahasiswa putri. Instrumen yang digunakan dalam penelitian ini yaitu lembar observasi proses pembelajaran, lembar observasi kompetensi kepribadian dan lembar observasi kompetensi sosial, catatan terbuka, dan dokumentasi video pembelajaran. Data hasil penelitian dianalisis secara deskriptif dengan menggunakan analisis kualitatif dan kuantitatif. Analisis kualitatif dengan mencocokkan kompetensi kepribadian dan sosial yang muncul dengan standar baku. Sementara itu analisis kuantitatif dengan melihat persentase kompetensi kepribadian dan sosial yang muncul. Hasil penelitian menunjukkan 1) adanya peningkatan proses pembelajaran selama pembelajaran dengan model PBL melalui studi kasus, 2) terjadi peningkatan kompetensi kepribadian mahasiswa. Pada siklus 1 kompetensi kepribadian sebesar 30,43% menjadi 65,21% pada siklus 2 dan 91,30% pada siklus 3. 3) terjadi peningkatan kompetensi sosial mahasiswa. Pada siklus 1 kompetensi sosial sebesar 50% pada siklus 1 menjadi 75% pada siklus 2 dan 100% pada siklus 3.
Kata kunci: *problem based learning*, kompetensi kepribadian, kompetensi sosial.

PENDAHULUAN

Latar Belakang

Mata Kuliah Biology Education merupakan mata kuliah wajib lulus dan fundamental bagi mahasiswa Prodi Pendidikan Biologi. Mata kuliah tersebut membekali mahasiswa calon guru biologi dengan berbagai aspek keguruan biologi, seperti konsep pendidikan biologi sebagai ilmu, guru biologi, siswa sebagai subjek belajar, teknologi pembelajaran biologi, dan ilmu biologi dan integrasinya di dalam pembelajaran biologi. Mata Pendidikan Biologi diajarkan dengan bahasa Inggris, untuk mahasiswa kelas unggulan. Tidak mudah mengajarkan mata kuliah ini, karena selain harus menguasai materi perkuliahan, dosen juga harus menguasai bahasa Inggris. Mata kuliah tersebut telah dikembangkan sejak lama, sejak para senior mendirikan Jurusan Pendidikan Biologi, sehingga cakupan materinya cukup banyak. Oleh karena itu, para dosen junior perlu mendapat pemahaman yang mendalam mengenai isi dan perkuliahan Biology Education yang dilakukan melalui Lesson Study.

Perkuliahan Biology Education dilakukan dengan cara belajar aktif (*active learning*) dan berpusat pada mahasiswa (*student centered*), sehingga hasil belajar kognitif mahasiswa cukup tinggi dengan nilai minimal B+. Namun demikian, pembentukan karakter guru biologi belum berkembang dengan baik. Untuk itu, perlu ditingkatkan perkuliahan Biology Education yang mengembangkan karakter guru biologi yang baik. Pengembangan karakter dilakukan melalui studi kasus (*case study*) dengan mengambil kasus-kasus pembelajaran yang ekstrim (ekstrim baik dan ekstrim jelek) sebagai bahan pembahasan di dalam kegiatan perkuliahan. Penggunaan kasus yang ekstrim dimaksudkan untuk mempermudah mahasiswa mengenali pembelajaran yang baik dan yang buruk, guru yang baik dan yang buruk, serta pemanfaatan teknologi yang baik dan yang buruk. Melalui studi kasus tersebut diharapkan dapat menyentuh perasaan mahasiswa untuk menjadi guru biologi yang hebat, yang memiliki kepedulian tinggi terhadap siswanya, mengajar dengan profesional, memiliki kompetensi kepribadian dan kompetensi sosial yang baik.

Tujuan Lesson Study

Berdasarkan latar belakang diatas tujuan penelitian ini adalah

1. Meningkatkan proses pembelajaran pada matakuliah biology education.
2. Meningkatkan kompetensi kepribadian mahasiswa calon guru biologi prodi pendidikan biologi tahun angkatan 2014/2015.

Meningkatkan kompetensi social mahasiswa calon guru biologi prodi pendidikan biologi tahun angkatan 2014/2015

METODE PENELITIAN

Subjek Penelitian

Subjek penelitian ini adalah mahasiswa prodi pendidikan biologi tahun angkatan 2014/2015. Jumlah mahasiswa sebanyak 25 orang dengan 5 mahasiswa putra dan 20 mahasiswa putri. Waktu penelitian mulai bulan September sampai dengan desember 2015. Tempat penelitian di FMIPA universitas negeri Yogyakarta.

Jenis penelitian

Jenis penelitian ini adalah penelitian tindakan kelas dengan menggunakan desain Kemmis and Mc taggart yang terdiri dari 3 tahap yaitu perencanaan (*planning*), tindakan dan pengamatan (*acting and observing*), dan refleksi (*reflecting*). Penelitian ini dilaksanakan dalam 3 siklus dengan menerapkan model pembelajaran PBL melalui studi kasus. Adapun sintaks setiap siklus PBL meliputi: orientasi masalah, merumuskan masalah, melakukan analisis dan diskusi, presentasi, dan klarifikasi. Kasus siklus 1 yaitu characteristics of students, kasus siklus 2 characteristics of teacher, dan kasus siklus 3 the usage of educational of technology.

Instrument penelitian

Instrument dalam penelitian ini yaitu lembar observasi proses pembelajaran, lembar observasi kompetensi kepribadian dan kompetensi social, Catatan terbuka serta dokumen berupa video pembelajaran.

Adapun kisi-kisi dari kompetensi kepribadian disajikan dalam Tabel 1 berikut:

Tabel 1. Kisi-kisi Kompetensi Kepribadian

No.	Aspek	Sub aspek	Indikator
1	Menampilkan diri sebagai pribadi yang jujur, berakhlak mulia, dan teladan bagi peserta didik dan masyarakat.	Berperilaku jujur, tegas, dan manusiawi.	1. Mengemukakan pendapat/ide/pemikiran dalam diskusi tidak ragu-ragu sesuai dengan apa yang diyakininya benar.
		Berperilaku yang mencerminkan ketakwaan dan akhlak mulia.	2. Menunjukkan perilaku yang menghargai teman lain ketika pembelajaran di dalam kelas.
			3. Menunjukkan perilaku yang menghargai dosen ketika pembelajaran di dalam kelas.
		Berperilaku yang dapat diteladani oleh peserta didik dan anggota masyarakat di sekitarnya.	4. Saat diskusi kelompok dapat bekerja dengan adil.
			5. Dapat mendorong teman-teman dalam kelompok untuk maju dan menyelesaikan tugasnya.
			6. Memiliki perilaku yang baik dan dapat dicontoh oleh teman-teman sejawat.
2	Menampilkan diri sebagai pribadi yang mantap, stabil, dewasa, arif, dan berwibawa.	Menampilkan diri sebagai pribadi yang mantap dan stabil.	7. Dalam menyampaikan pendapat/ide/pemikiran disampaikan dengan suara yang jelas, sistematis, mantab, dan tenang (tidak bergetar/menunjukkan emosi atau ketakutan).
			8. Menunjukkan sikap tenang ketika ada perbedaan dalam diskusi.
			9. Bersedia mendengarkan pendapat teman sampai selesai menyampaikan pendapat/tidak memotong pendapat teman (menghargai pendapat teman)
			10. Menunjukkan sikap dapat menerima pendapat kelompok walaupun tidak sesuai dengan pendapat dirinya.
		Menampilkan diri sebagai pribadi yang dewasa, arif, dan berwibawa.	11. Memakai pakaian yang sesuai dengan aturan yang berlaku.
			12. Menunjukkan pergaulan yang akrab dengan semua teman baik 1 kelompok maupun di luar kelompok.
3	Menunjukkan etos kerja, tanggung jawab yang tinggi, rasa bangga menjadi guru, dan rasa percaya diri.	Menunjukkan etos kerja dan tanggung jawab yang tinggi.	13. Ketika dosen memberikan tugas menunjukkan sikap mencermati terhadap tugas yang diberikan. (memperhatikan dengan sungguh-sungguh tugas yang diberikan oleh dosen).
			14. Tugas yang diberikan dicoba secara sungguh-sungguh untuk dikerjakan sebaik mungkin.
			15. Menunjukkan sikap tidak mudah patah semangat dalam menyelesaikan tugas.
			16. Secara maksimal menunjukkan tepat waktu dalam mengumpulkan tugas
			17. Dalam berdiskusi kelompok/klasikal tampak memiliki pandangan yang bersifat visioner (jauh ke depan).
			18. Dalam menyelesaikan tugas kelompok/menghadapi suatu

			kasus/permasalahan tampak idenya/pandangannya bersifat komprehensif atau memandang dari berbagai sudut pandang secara menyeluruh
			19. Dalam menyelesaikan tugas/diskusi/merespon dosen/bertanya tampak ada kesadarannya sendiri tidak dipaksa-paksa oleh mahasiswa lain atau dosen.
		Bangga menjadi guru dan percaya pada diri sendiri.	20. Dalam menyelesaikan tugas/problem/kasus baik kelompok kecil atau klasikal tampak memiliki inisiatif untuk menyelesaikan tugas tidak hanya mengekor atau mendompleng teman satu kelompok.
			21. Dalam kegiatan kelompok tampak mampu menyelesaikan tugas sesuai yang menjadi tugasnya/diberikan kepadanya.
		Bekerja mandiri secara profesional.	22. Tidak selalu bertanya-tanya pada teman lain dalam menyelesaikan tugas yang menjadi kewajibannya.
			23. Tampak mahasiswa memiliki keaktifan dalam mencari sumber referensi untuk menyelesaikan tugasnya (individu/kelompok).

Kompetensi social dalam penelitian ini terdiri dari 8 indikator. Kisi-kisi dalam penelitian ini disajikan dalam Tabel 2 berikut ini:

Tabel 2. Kisi-Kisi Kompetensi Sosial

No.	Aspek	Sub aspek	Indikator
1.	Berkomunikasi secara efektif, empatik, dan santun dengan sesama pendidik, tenaga kependidikan, orang tua, dan masyarakat.	Berkomunikasi dengan teman sejawat dan komunitas ilmiah lainnya secara santun, empatik dan efektif.	1. Mahasiswa tampak mampu bekerjasama dengan teman lain dalam kelompok
			2. Ketika menyampaikan pendapat/ide/respon/bertanya menunjukkan sikap yang tenang dan tidak emosi ketika pendapat/ide/respon/jawaban berbeda/tidak diterima
			3. Dapat menerima pendapat/ide/ dari mahasiswa lain atau dosen yang berbeda dengan pendapatnya.
2.	Berkomunikasi dengan komunitas profesi sendiri dan profesi lain secara lisan dan tulisan atau bentuk lain.	Berkomunikasi dengan teman sejawat, profesi ilmiah, dan komunitas ilmiah lainnya melalui berbagai media dalam rangka meningkatkan kualitas pembelajaran.	4. Dalam berkomunikasi/menyampaikan pendapat/ide/bertanya/merespon disampaikan dengan bahasa yang jelas, lugas dan mudah diterima/dipahami orang lain.
			5. Dalam menyampaikan pendapat/ide/respon/pertanyaan/jawaban tidak berputar/putar.
		Mengkomunikasikan hasil-inovasi pembelajaran kepada komunitas profesi sendiri secara lisan dan tulisan maupun bentuk	6. Memberikan tanggapan yang positif terhadap semua pendapat/ide/respon/pertanyaan/jawaban teman yang lain atau dosen.
			7. pendapat/ide/respon/pertanyaan/jawaban

		lain.	yang disampaikan tidak mengandung unsur SARA atau unsur yang dapat menyinggung kelompok Tidak menyampaikan pendapat yang mengandung unsur sara dan menyinggung kelompok lain.
			8. Menyampaikan pendapat/ide/pertanyaan dengan nada bicara yang terkontrol (tidak emosional)

Data dan Teknik Analisis Data

Data hasil penelitian berupa proses pembelajaran dianalisis secara deskriptif. Data kompetensi kepribadian dan sosial siswa dianalisis secara deskriptif kualitatif dan kuantitatif. Analisis kualitatif berupa deskripsi kompetensi kepribadian dan sosial yang muncul pada setiap siklus. Sementara itu, analisis kuantitatif berupa persentase kemunculan indikator kompetensi kepribadian dan sosial pada setiap siklus. Persentase kompetensi kepribadian dan sosial dihitung dengan menggunakan rumus sebagai berikut:

Persentasekompetensi=
$$\frac{\text{jumlah indikator yang muncul}}{\text{jumlah keseluruhan indikator}} \times 100\%$$

HASIL DAN PEMBAHASAN

Kegiatan Pembelajaran

Langkah-langkah Kegiatan pembelajaran dengan menerapkan PBL yang dipadu dengan studi kasus dilakukan dalam 3 siklus. Setiap siklus terdiri dari 2 pertemuan. Pertemuan pertama berupa pendalaman materi sementara itu, pertemuan kedua berupa analisis kasus. Pada setiap siklus, pertemuan 1 berupa presentasi materi sesuai topic terpilih dilanjutkan diskusi kelas dan klarifikasi oleh dosen model. Pada pertemuan ke 2 dilakukan pembelajaran dengan menggunakan pendekatan PBL yang dipadu studi kasus. Adapun implementasi langkah-langkah PBL meliputi:

1. Orientasi masalah; pada tahap ini dosen menyajikan video pembelajaran yang berisi 2 macam pembelajaran yang kurang baik dan yang baik. Pada siklus 1 disajikan video pembelajaran dengan topic utama *characteristics of students*. Pada video pembelajaran ini ditampilkan aneka *characteristics of students* di dalam kelas. Pada siklus 2 disajikan video pembelajaran tentang *characteristics of teacher*. Pada siklus

ini ditampilkan video pembelajaran yang menunjukkan karakter guru yang kurang baik dan baik.

2. Identifikasi permasalahan; berdasarkan video pembelajaran yang disajikan, mahasiswa melakukan identifikasi berbagai masalah yang muncul di dalam kegiatan pembelajaran. Pada siklus 1 permasalahan yang berkaitan dengan siswa, pada siklus 2 permasalahan yang berkaitan dengan guru.
3. analisis dan diskusi; berdasarkan video pembelajaran dan identifikasi masalah, mahasiswa melakukan analisis dan diskusi mengenai pembelajaran. Pada siklus 1 analisis mengenai macam-macam karakteristik siswa dan bagaimana cara mengelola di dalam pembelajaran. Pada siklus 2 mengenai karakteristik guru yang baik dan kurang baik dalam pembelajaran.
4. Presentasi hasil analisis dan diskusi; pada tahap ini mahasiswa mempresentasikan hasil analisis dan melakukan diskusi kelas.
5. klarifikasi; dosen melakukan klarifikasi untuk menarik kesimpulan dan menegaskan temuan saat analisis dan diskusi.

Proses Pembelajaran

Kegiatan pembelajaran pada matakuliah biology education dilaksanakan dengan semangat student centered. Dosen menyampaikan materi perkuliahan pada minggu-minggu awal pertemuan. Hal ini dilakukan untuk memberi gambaran secara menyeluruh tentang materi yang akan dipelajari. Kegiatan selanjutnya mahasiswa (kelompok) mempresentasikan hasil kajiannya dilanjutkan diskusi kelas dan klarifikasi oleh dosen. Tiga materi diantaranya yaitu: characteristics of students, characteristics of teacher, dan educational of technology. Pembelajaran selanjutnya yaitu dengan melakukan analisis video pembelajaran.

Siklus 1

Siklus 1 diawali dengan perencanaan yang dihadiri oleh 2 dosen tim dan 1 dosen rumpun pendidikan biologi, serta 1 orang tim shooting. Pada siklus 1 diperoleh masukan mengenai video pembelajaran yang akan dipakai dan instrument yang

digunakan. Video yang diusulkan tim lesson studi disepakati karena telah memunculkan banyak karakteristik siswa SMA. Instrument bias menggunakan catatan terbuka dengan tetap memperhatikan variable yang akan diteliti.

Kegiatan pembelajaran pada siklus 1 berupa analisis video characteristics of students. Pada awal pembelajaran dosen model menyampaikan topic pembelajaran, dilanjutkan pembentukan kelompok, pembagian dan penjelasan LKS. Kegiatan selanjutnya yaitu mengamati video pembelajaran yang berkaitan dengan characteristics of students. Selanjutnya siswa mencermati video pembelajaran kemudian menganalisis karakteristik siswa dan tindakan guru di dalam pembelajaran. Kegiatan selanjutnya yaitu presentasi hasil analisis diskusi kelas dan klarifikasi oleh dosen model.

Kasus yang diberikan pada siklus 1 berupa video pembelajaran yang didalamnya banyak siswa bermasalah di dalam kelas. Tampak mahasiswa antusias untuk mencermati video tersebut, terjadi diskusi dalam kelompok kecil. Namun yang kurang yaitu pemahaman terhadap apa yang harus diisi di dalam LKS ada perbedaan. Ada 2 kelompok yang masih belum tepat dalam mengisi LKS. Hal ini terjadi karena gambar di dalam video ada yang tidak sesuai dengan LKS. Dosen model telah menerangkan LKS disesuaikan dengan video pembelajarannya, namun yang tertulis di LKS belum berubah sehingga ada 2 kelompok yang belum tepat mengisi LKS. Ini bisa diatasi di dalam penjelasan kelompok kecil.

Selama kegiatan pembelajaran tampak mahasiswa antusias mengikuti perkuliahan berupa mencermati video pembelajaran, berdiskusi dalam kelompok kecil, melakukan presentasi dan diskusi kelas, serta menyimpulkan karakteristik siswa bersama dosen model. Beberapa hasil analisis yang diperoleh oleh mahasiswa antara lain:

1. karakteristik siswa di sekolah sangat bervariasi.
2. ada perilaku-perilaku siswa yang menyimpang di dalam kelas.
3. mahasiswa dapat memberikan alternative solusi dalam menghadapi karakteristik yang beranekaragam.
4. mahasiswa dapat memberikan berbagai alternative solusi dalam mengatasi penyimpangan siswa secara individu maupun klasikal.

Siklus 2

Topic pada siklus ke 2 yaitu characteristic of teacher. Pada pertemuan 1 siklus ke 2 mahasiswa mempresentasikan hasil studi referensi mengenai karakteristik of teacher dan mendiskusikan di kelas. Di awal presentasi mahasiswa menyajikan apersepsi berupa film upin dan ipin, presentasi dilanjutkan dengan pemotivasian berupa penyajian warna dan tulisan yang berbeda. Inti presentasi adalah penyajian powerpoint berupa characteristic teacher dan video ilustrasi 10 karakter guru yang tidak baik. Tampak mahasiswa antusias mengikuti presentasi ini. Terjadi diskusi yang baik pada kegiatan ini. Theo, mahasiswa asing, kesulitan mengikuti beberapa slide karena ada yang berbahasa Indonesia sehingga dilakukan penjelasan lebih lanjut.

Pertemuan ke dua siklus 2 berupa analisis video pembelajaran. Dosen model menyajikan video pembelajaran berupa proses pembelajaran yang menunjukkan karakter guru yang tidak baik. Mahasiswa melakukan analisis terhadap sikap guru, character apa saja yang muncul pada pembelajaran tersebut yang menunjukkan sikap guru yang tidak baik. Bagaimana seharusnya sikap guru dalam menghadapi dinamika kelas. Setelah analisis pertama selesai dosen model menyajikan video ke dua yang menunjukkan karakter guru yang baik di dalam pembelajaran. Mahasiswa melakukan analisis sikap-sikap apa saja yang baik yang ditunjukkan oleh guru di dalam kegiatan pembelajaran. Kegiatan dilanjutkan dengan menampilkan hasil analisis sikap guru yang baik dan tidak baik di dalam video pembelajaran. Tampak mahasiswa antusias untuk menyajikan hasil analisisnya dengan menuliskan hasil analisis di papan tulis. Diakhir perkuliahan dosen model memberikan klarifikasi pada proses pembelajaran.

Siklus 3

Siklus ke 3 diawali dengan perencanaan yaitu dosen model bersama dosen rumpun merencanakan untuk melaksanakan pembelajaran dengan topic technology of education. Pada saat perencanaan akan diberikan film yang memperlihatkan pembelajaran yang sifatnya teacher centered dan student centered. Implementasi dan observasi siklus ke 3 dilakukan 2 kali yaitu pada tanggal 2 dan 3 Desember 2015. Pada pertemuan 1 mahasiswa mempresentasikan technology of education yaitu learning cycle. Proses pembelajaran berjalan dengan baik. Salah satu penyaji adalah mahasiswa

asing (theo) sehingga saat presentasi 90% menggunakan bahasa asing. Penyaji mampu menyampaikan materi dengan jelas dan detil sehingga mudah dipahami. Saat diskusi kelas terjadi interaksi yang baik. Pertemuan ke dua berupa penayangan video pembelajaran yang bersifat teacher centered dan student centered. Mahasiswa tampak mencermati video dengan serius serta menanyakan hal-hal yang belum dipahami pada lembar kerja pada dosen model. Setelah mempelajari mahasiswa antusias dalam berdiskusi mengenai kaitan antara teknologi of education dengan kualitas pembelajaran yang terjadi. Hasil diskusi kelompok tampak bahwa mahasiswa mampu mengidentifikasi macam-macam teknologi yang mempengaruhi kualitas pembelajaran baik yang berupa media pembelajaran, pendekatan/metode dan pengelolaan kelas.

Kompetensi kepribadian

Kompetensi kepribadian mahasiswa telah muncul mulai dari siklus 1. Pada siklus ke 1 baru terdapat 7 indikator yang tampak. Pada siklus ke 2 telah muncul indikator kompetensi kepribadian sebanyak 15 dan pada siklus ke 3 sebanyak 21 indikator dari 23 indikator yang diharapkan berkembang. Selengkapnya deskripsi indikator kompetensi kepribadian yang diaharapkan berkembang dan deskripsi kompetensi kepribadian yang muncul selama pembelajaran saat siklus 1, 2, dan 3 ditampilkan pada Tabel 3.

Tabel 3. Deskripsi Indikator Kepribadian yang Muncul Selama Pembelajaran.

No.	Indikator kompetensi kepribadian yang diharapkan berkembang	Deskripsi Kompetensi kepribadian yang muncul selama proses pembelajaran		
		Siklus 1	Siklus 2	Siklus 3
1.	Mengemukakan pendapat/ide/pemikirandalam diskusi tidak ragu-ragu sesuai dengan apa yang diyakininya benar.	mahasiswa telah berpendapat mampu menyampaikan pendapatnya di dalam diskusi kelompok.	mahasiswa telah berpendapat mampu menyampaikan pendapatnya di dalam diskusi kelompok.	mahasiswa telah berpendapat mampu menyampaikan pendapatnya di dalam diskusi kelompok.
2.	Menunjukkan perilaku yang menghargai teman lain ketika pembelajaran di dalam kelas.	-	Memperhatikan dan menghargai presentasi teman dengan baik	Memperhatikan presentasi dari teman.
3.	Menunjukkan perilaku yang menghargai dosen ketika pembelajaran di dalam kelas.	Memperhatikan penjelasan dari dosen dengan baik.	Memperhatikan penjelasan dari dosen dengan baik	Memperhatikan sungguh-sungguh penjelasan dan pengarahan dari dosen.
4.	Saat diskusi kelompok dapat bekerja dengan adil.	-	Kesungguhan saat diskusi, Ada pembagian kerja saat diskusi dan saling terjadi sharing	Sungguh-sungguh saat diskusi, dapat bekerjasama dengan baik

			pendapat/ide	
5.	Dapat mendorong teman-teman dalam kelompok untuk maju dan menyelesaikan tugasnya.	-	Memberikan kesempatan kepada anggota kelompok/teman untuk maju	Memberi kesempatan kepada anggota kelompok untuk menyampaikan hasil diskusi
6.	Memiliki perilaku yang baik dan dapat dicontoh oleh teman-teman sejawat.	-	Menunjukkan perilaku yang baik	Menunjukkan perilaku yang baik
7.	Dalam menyampaikan pendapat/ide/pemikiran disampaikan dengan suara yang jelas, sistematis, mantab, dan tenang (tidak bergetar/menunjukkan emosi atau ketakutan).	-	1. Percaya diri dalam menyampaikan pendapat	Menyampaikan pendapat dengan suara yang tenang, mantap, dan jelas.
8.	Menunjukkan sikap tenang ketika ada perbedaan dalam diskusi.	Telah berani mengungkapkan pendapatnya sendiri (berbeda dengan orang lain)	Berani mengungkapkan pendapatnya sendiri (berbeda dengan orang lain)	Dapat menerima pendapat teman yang lain
9.	Bersedia mendengarkan pendapat teman sampai selesai menyampaikan pendapat/tidak memotong pendapat teman (menghargai pendapat teman)	-	Mendengarkan pendapat teman dengan baik (Tidak memotong pendapat teman)	Mendengarkan pendapat teman yang lain.
10.	Menunjukkan sikap dapat menerima pendapat kelompok walaupun tidak sesuai dengan pendapat dirinya.	mahasiswa menunjukkan sikap tenang, tidak emosi ketika ada beda pendapat	mahasiswa menunjukkan sikap tenang, tidak emosi ketika ada beda pendapat	mahasiswa menunjukkan sikap tenang, tidak emosi ketika ada beda pendapat
11.	Memakai pakaian yang sesuai dengan aturan yang berlaku.	Secara umum memakai pakaian yang sesuai dengan aturan yang berlaku	Secara umum memakai pakaian yang sesuai dengan aturan yang berlaku	Secara umum memakai pakaian yang sesuai dengan aturan yang berlaku
12.	Menunjukkan pergaulan yang akrab dengan semua teman baik 1 kelompok maupun di luar kelompok.	menunjukkan pergaulan yang akrab dengan semua kawan.	menunjukkan pergaulan yang akrab dengan semua kawan.	menunjukkan pergaulan yang akrab dengan semua kawan.
13.	Ketika dosen memberikan tugas menunjukkan sikap mencermati terhadap tugas yang diberikan. (memperhatikan dengan sungguh-sungguh tugas yang diberikan oleh dosen).	Secara umum memperhatikan tugas yang disampaikan oleh dosen untuk mencermati video pembelajaran dan mengerjakan LKS.	Secara umum memperhatikan tugas yang disampaikan oleh dosen untuk mencermati video pembelajaran dan mengerjakan LKS.	Secara umum memperhatikan tugas yang disampaikan oleh dosen untuk mencermati video pembelajaran dan mengerjakan LKS.
14.	Tugas yang diberikan dicoba secara sungguh-sungguh untuk dikerjakan sebaik mungkin.	-	Mengerjakan tugas dari dosen mengerjakan LKS dan berdiskusi dengan	Mengerjakan tugas dari dosen mengerjakan LKS dan berdiskusi dengan

			serius	serius
15.	Menunjukkan sikap tidak mudah patah semangat dalam menyelesaikan tugas.	-		Terus mencari dan mencoba menemukan jawaban Lembar Kerja
16.	Secara maksimal menunjukkan tepat waktu dalam mengumpulkan tugas	-		Dapat mengumpulkan lembar kerja sesuai dengan waktunya
17.	Dalam berdiskusi kelompok/klasikal tampak memiliki pandangan yang bersifat visioner (jauh ke depan).	-		
18.	Dalam menyelesaikan tugas kelompok/menghadapi suatu kasus/permasalahan tampak idenya/pandangannya bersifat komprehensif atau memandang dari berbagai sudut pandang secara menyeluruh	-		
19.	Dalam menyelesaikan tugas/diskusi/merespon dosen/bertanya tampak ada kesadarannya sendiri tidak dipaksa-paksa oleh mahasiswa lain atau dosen.	-	Menanyakan kepada dosen tanpa ragu-ragu hal-hal yang belum dipahami	Menanyakan kepada dosen hal yang belum dipahami
20.	Dalam menyelesaikan tugas/problem/kasus baik kelompok kecil atau klasikal tampak memiliki inisiatif untuk menyelesaikan tugas tidak hanya mengekor atau mendompleng teman satu kelompok.	-		Setiap anggota kelompok tampak Memiliki tugas masing-masing untuk diselesaikan dalam kelompok
21.	Dalam kegiatan kelompok tampak mampu menyelesaikan tugas sesuai yang menjadi tugasnya/diberikan kepadanya.	-		Setiap anggota tampak bisa menyelesaikan tugasnya
22.	Tidak selalu bertanya-tanya pada teman lain dalam menyelesaikan tugas yang menjadi kewajibannya.	-		Memahami apa yang harus diselesaikan setiap anggota kelompok
23.	Tampak mahasiswa memiliki keaktifan dalam mencari sumber referensi untuk menyelesaikan tugasnya (individu/kelompok).	-	Menelusuri sumber referensi	Menelusuri sumber referensi
Σ	23	7	15	21
%		30,43 %	65,21%	91,30%

Tabel3 menunjukkan terjadi peningkatan kemunculan indikator kompetensi kepribadian selama proses pembelajaran. Pada siklus ke 1 masih 30,43%, siklus ke 2 65,21%, dan pada siklus ke 3 sebesar 91,30% kompetensi kepribadian yang diharapkan berkembang telah muncul saat pembelajaran. Secara kualitatif deskripsi indikator yang

muncul memang tidak seidentik dengan indikator yang telah ditetapkan. Namun dari deskripsi indikator saat pembelajaran dapat dimasukkan dalam kelompok indikator yang telah ditentukan.

Tahap-tahap pada problem based learning dan kasus yang disajikan memungkinkan berkembangnya kompetensi kepribadian mahasiswa. Melalui orientasi masalah, perumusan masalah, analisis, presentasi dan diskusi interaksi yang terbangun sangat variatif sehingga kompetensi kepribadian dapat berkembang. Diskusi kasus yang kontradiktif (ekstrem baik dan kurang baik) akan memunculkan analisa yang mendalam. Diskusi dapat berjalan dengan baik dan mahasiswa berupaya mengeksplorasi semua pengetahuan dan pengalaman yang dimiliki saat berdiskusi. Hal ini mendorong berkembangnya kompetensi kepribadian mahasiswa.

Kompetensi Sosial

Pada kompetensi sosial ini terdapat 8 indikator yang dikembangkan. Kompetensi sosial yang dikembangkan berkaitan dengan komunikasi yang efektif, empatik dan santun dengan teman sejawat maupun dalam satu profesi. Kompetensi sosial yang dapat terukur adalah dengan rekan sejawat saat proses pembelajaran. Sementara itu, komunikasi dengan orang tua siswa tidak bisa terdeteksi. Selama proses pembelajaran telah tampak adanya kompetensi sosial berupa kemampuan komunikasi yang efektif, empatik, dan santun. Deskripsi kompetensi sosial yang muncul selengkapnya ditampilkan dalam Tabel 4.

Tabel 4. Deskripsi Kompetensi Sosial yang Berkembang

No.	Indikator Kompetensi Sosial Yang Diharapkan Berkembang	Deskripsi Kompetensi Sosial Yang Muncul Selama Proses Pembelajaran		
		Siklus 1	Siklus 2	Siklus 3
1.	Mahasiswa tampak mampu bekerjasama dengan teman lain dalam kelompok	Tampak telah muncul kerjasama dalam kelompok	Dapat bekerjasama dalam satu kelompok	Ada pembagian tugas dalam kerja kelompok
2.	Ketika menyampaikan pendapat/ide/respon/bertanya menunjukkan sikap yang tenang dan tidak emosi ketika pendapat/ide/respon/jawaban berbeda/tidak diterima			Tenang dan percaya diri menyampaikan pendapat walaupun berbeda dengan kelompok lain.
3.	Dapat menerima pendapat/ide/ dari mahasiswa lain atau dosen yang berbeda dengan pendapatnya.		Menghargai pendapat teman dan dosen	Menghargai pendapat teman dan dosen

4.	Dalam berkomunikasi/menyampaikan pendapat/ide/bertanya/merespon disampaikan dengan bahasa yang jelas, lugas dan mudah diterima/dipahami orang lain.	Mampu menyampaikan pendapat dengan bahasa yang jelas	Mampu menyampaikan materi dengan bahasa yang mudah diterima	Mampu menyampaikan materi dengan bahasa yang mudah diterima
5.	Dalam menyampaikan pendapat/ide/respon/pertanyaan/jawaban tidak berputar/putar.		Menyampaikan pendapat dan bertanya secara efektif	Menyampaikan pendapat dan bertanya secara efektif
6.	Memberikan tanggapan yang positif terhadap semua pendapat/ide/respon/pertanyaan/jawaban teman yang lain atau dosen.			Dapat menerima pendapat teman/dosen yang berbeda dengannya.
7.	pendapat/ide/respon/pertanyaan/jawaban yang disampaikan tidak mengandung unsur SARA atau unsur yang dapat menyinggung kelompok Tidak menyampaikan pendapat yang mengandung unsur sara dan menyinggung kelompok lain.	Tidak ada unsur sara dalam menyampaikan pendapat	Tidak ada unsur sara dalam menyampaikan pendapat	Tidak ada unsur sara dalam menyampaikan pendapat
8.	Menyampaikan pendapat/ide/pertanyaan dengan nada bicara yang terkontrol (tidak emosional)	ketika menyampaikan pendapat dengan nada yang terkontrol tidak emosional.	ketika menyampaikan pendapat dengan nada yang terkontrol tidak emosional.	ketika menyampaikan pendapat dan bertanya dengan nada yang terkontrol tidak emosional.
Σ	8	4	6	8
%		50%	75%	100%

Tabel 4 menunjukkan bahwa kompetensi sosial mahasiswa jurusan pendidikan biologi telah mengalami peningkatan yang signifikan dari siklus 1 ke siklus 2 dan siklus 3. Pada siklus 3 semua indikator kompetensi sosial mahasiswa telah tampak. Tahap-tahap pada problem based learning dengan pengelolaan kelas dalam bentuk kerja kelompok mengharuskan mahasiswa berkomunikasi dengan rekan sejawat. Kasus yang diberikan bersifat kontradiktif mendorong mahasiswa untuk berkomunikasi lebih intensif guna menyelesaikan kasus yang ada. Peningkatan kemampuan komunikasi ini merupakan indikasi berkembangnya kompetensi sosial mahasiswa. Hal ini berarti bahwa penerapan problem based learning dengan kasus telah dapat meningkatkan kompetensi sosial mahasiswa prodi pendidikan biologi pada matakuliah biology education.

Pembahasan

Hasil penelitian menunjukkan bahwa partisipasi mahasiswa melalui pemecahan masalah (PBL) dengan studi kasus tampak antusias berdiskusi bahkan kadang berdebat untuk memecahkan permasalahan yang diberikan. Sebagai contoh, ketika mahasiswa diberi masalah apa ciri-ciri guru biologi yang baik? Masing-masing mahasiswa menggunakan pengalaman pribadinya akan sosok guru yang baik yang pernah mengajarnya. Oleh karena sosok guru yang digunakan berbeda-beda, maka ciri guru biologi yang baik setiap mahasiswa berbeda-beda. Kemudian ditayangkan sosok guru yang baik dan guru yang tidak baik. Kini mahasiswa memiliki bahasan perilaku guru yang sama, sehingga pembahasannya mengerucut pada sosok guru yang baik. Temuan ini mirip hasil penelitian.

Hal serupa juga terjadi pada topik kedua yaitu karakteristik siswa yang baik. Persepsi mahasiswa akan ciri siswa yang baik dan yang tidak baik juga bermacam-macam. Penayangan video mengenai sikap siswa yang baik dan yang tidak baik memudahkan mereka mengidentifikasi ciri mahasiswa yang baik dan yang kurang baik. Di akhir kegiatan ini mahasiswa dihadapkan pada hasil penelitian yang menunjukkan adanya discourse atau perbedaan persepsi mengenai guru yang baik dan guru yang tidak baik menurut siswa, dan siswa yang baik dan siswa yang tidak baik menurut guru (Slamet Suyanto, 2014). Penelitian ini menunjukkan bahwa guru dan siswa sering memiliki persepsi yang berbeda akan sikap guru dan siswa yang baik dan yang tidak baik. Oleh karena itu, sikap guru dan sikap siswa yang baik perlu dibicarakan sebelum kegiatan perkuliahan/pembelajaran berlangsung.

Berdasarkan hasil penelitian tampak bahwa kompettrens kepribadian dan social mahasiswa mengalami peningkatan dari siklus 1 ke siklus 2 ke siklus 3. Peningkatan kompetensi kepribadian dan social terjadi karena langkah-langkah pada PBL melalui studi kasus menungkingkan berkembangnya kompetensi kepribadian dan social.

SIMPULAN DAN SARAN

Simpulan

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan dapat disimpulkan bahwa

1. Penerapan model *problem based learning* dengan kasus-kasus ekstrim pada matakuliah *biology education* dapat meningkatkan kualitas proses pembelajaran mahasiswa program studi pendidikan biologi tahun angkatan 2014/2015.
2. Penerapan model *problem based learning* dengan kasus pada matakuliah *biology education* dapat meningkatkan kompetensi kepribadian dan sosial mahasiswa program studi pendidikan biologi tahun angkatan 2014/2015 sebagai calon guru biologi.

Saran

Pada penelitian selanjutnya dapat dilakukan penelitian untuk mengetahui peningkatan kompetensi keguruan yang lain selain kompetensi kepribadian dan social, seperti kompetensi profesional dan pedagogik dengan menerapkan model *problem based learning* dalam pembelajaran.

DAFTAR PUSTAKA

- Awafford, J. (1998). Teachers supporting teachers through peer coaching. *Support for Learning*, 13(2), 34-58
- Collinson, V., & Cook, T. F. (2007). *Organizational learning: Improving learning, teaching, and leading in school systems*. Thousand Oaks, CA: Sage.
- Doyle, W., & Ponder, G.A. (1977-78). The practicality ethic in teacher decision-making. *Interchange*, 8(3), 1-12.
- Elliott, John. 2012. Developing a science of teaching through lesson study. *International Journal for Lesson and Learning Studies*, v. 1.n. 2 (2012): 108-125.
- Fernandez, Clea & Yoshida makoto. 2004. *Lesson Study: A Japanese Approach to Improving Mathematics Teaching and Learning*. New Jersey: Lawrence Erlbarum Associate Inc.
- Isoda, M., Stephens, Y. Ohara & T. Miyakawa (eds.) (2007). *Japanese Lesson Study in Mathematics: its impact, diversity and potential for educational improvement*. Singapore: World Scientific Publishing.

- Khemmani, T., Onnuam, D., Dachakupt, P., & Piya-Ajariya, L. (2004). *Research and development in whole school learning reform project report*. Bangkok, Thailand: Faculty of Education, Chulalongkorn University.
- Kolenda, Robert L. **2007**. Japanese Lesson Study, Staff Development, and Science Education Reform. *Science Educator*, v.**16.no. 1** (Spring 2007): 29-33.
- Lewis, C. (2002). *Lesson Study: A handbook of teacher-led instructional change*. Philadelphia: Research for Better Schools.
- Lewis, C., Perry, R. and Friedkin, S. (2009), "Lesson Study as action research", in Noffke, S. and Somekh, B. (Eds), *The Sage Handbook of Educational Action Research* (Chapter 11), Sage, London, Thousand Oaks, CA, New Delhi, Singapore, pp. 142-54.
- Lieberman, A. (1996). *Practices that support teacher development: Transforming conceptions of professional learning*. In M. W. McLaughlin & I. Oberman (Eds.), *Teacher learning: New policies, new practices* (pp. 185-201). New York: Teachers College Press.
- Little, J. W. (1982). Norms of collegiality and experimentation: Workplace conditions of school success. *American Educational Research Journal*, 19(3), 325-340.
- Little, J. W. (1990). The persistence of privacy: Autonomy and initiative in teachers' professional relations. *Teacher College Record*, 91(4), 509-536.
- Marton, F. and Tsui, A. (2004), *Classroom Discourse and the Space of Learning*. Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum Associates Inc.
- Office of the National Education Commission. (2003). *The proposal of strategies for teacher development: Teaching and learning reform*. Bangkok, Thailand: Office of the National Education Commission.
- Takahashi, A. (2006). *Implementing Lesson Study in North American schools*. Paper presented at the APEC international symposium on innovation and good practice for teaching and learning mathematics through lesson study, Khon-Kaen, Thailand.
- Triwaranyu, Charinee. **2007**. Models and Strategies for Initial Implementation of *Lesson Study* in Schools. *International Forum of Teaching and Studies* v**3. n3** (Winter 2007): 48-61,79.

MAKALAH PARALEL BIOLOGI

ISBN : 978-602-95166-5-4

***Etlingera elatior* (Jack) R. M. Smith: MANFAAT
DAN AKTIVITAS BIOLOGI**

Marina Silalahi

Prodi Pendidikan Biologi FKIP, Universitas Kristen Indonesia, Jakarta.

Email: marina_biouki@yahoo.com

Abstract

Etlingera elatior (Jack) R. M. Smith is a plant in Indonesia which used by Indonesia ethnic as medicine, spices, vegetable, and ornamental. Utilization of *E. elatior* as a medicine and a spice more prominent than other uses. This article aims to explain the uses, phytochemicals, and biological activities of *E. elatior*.

This paper is based on literature offline and online media. Off line literatures based on handbooks, dissertations and thesis. Web, Scopus, Pubmed, Journal, and other online media to supplement used in this article. *Etlingera elatior* by local communities in Indonesia, vegetables, condiments, *cincang*, seasoning *arsik*, and *terites*.

The food with added to *E. elatior* has a distinctive aroma and more durable. The *E. elatior* as medicine use to cure fever, cough, ear infections, wound, anti-hypertension, diabetes mellitus, and traditional sauna materials. Bioactivities of *E. elatior* have antihypertensive, antioxidant, antimicrobial, *skin whitening* and *anti aging*. Utilization of *E. elatior* as a medicine and spices related to secondary metabolites content. Essential oil or essential oils are compounds that are founded in *E. elatior* especially mono and sesquiterpenoids, which have properties that produce volatile odours.

Keywords: *Etlingera elatior* (Jack) R. M. Smith, Essential oils, Phytochemicals, Biological Activities

PENDAHULUAN

Etlingera merupakan salah satu genus dari *Zingiberaceae* yang banyak dimanfaatkan oleh manusia untuk berbagai tujuan. *Etlingera* diperkirakan 57 spesies (de Guzman and Siemeonsma, 1999) - 100 spesies (Lachumy *et al.* 2010) yang terdistribusi mulai dari India, Burma, Thailand, China, Maleisia, Polynesia dan Australia (de Guzman and Siemeonsma, 1999). *Etlingera elatior* (Jack) R. M. Smith memiliki sinonim *Alpinia elatior* Jack.; *Nicolaia speciosa* (Blume) Horan; dan *Phoeomeria speciosa* (Blume) Meriil (de Guzman and Siemeonsma, 1999).

Dari berbagai kajian artikel ilmiah tentang *E. elatior* lebih dikenal dengan flora

di Malaysia, padahal secara empirik terlihat bahwa masyarakat lokal Indonesia telah memanfaatkannya sejak ratusan tahun lalu (Heyne, 1987). Di Indonesia *E. elatior* banyak ditemukan di pulau Sumatera dan Jawa, terutama di daerah pegunungan (Heyne, 1987) dan dapat dibudidayakan di pekarangan (Silalahi, 2014). *Etlingera elatior* oleh masyarakat lokal Indonesia diberi nama lokal antara lain: *kala* (Gayo), *tere* (Alas), *cekala* (Minang), *honje* (Sunda), *kecombrang* (Jawa), *katimbang* (Seram Utara), dan *patikala* (Tidore) (Heyne, 1987), *cekala* (Batak Karo, Batak Phakpak), *sihala Dairi* (Batak Toba), *rias* (Simalungun), dan *arias* (Batak Angkola-Mandailing) (Silalahi, 2014).

Etlingera elatior (Jack) R.M. Smith merupakan jenis dari *Etlingera* yang dimanfaatkan sebagai sebagai obat, tanaman hias, bumbu, dan sayuran. Kajian pemanfaatan *E. elatior* sebagai obat maupun sebagai bumbu masak lebih menonjol dibandingkan manfaat lainnya. Pemanfaatan tumbuhan sebagai obat maupun bumbu masak berhubungan dengan kandungan metabolit sekundernya. Hingga saat ini kajian secara mendalam *E. elatior* khususnya bagi masyarakat lokal Indonesia belum banyak dilekukan. Tulisan ini bertujuan menjelaskan botani, manfaat, kandungan fitokimia dan aktivitas biologi dari berbagai senyawa pada *E. elatior*. Tulisan ini didasarkan pada kajian literatur baik secara *online* dan *offline*. *Offline* didasarkan pada berbagai buku literatur seperti *Plants Resources of South East Asian* (PROSEA) dan media *online* didasarkan pada ISI Web, Scopus, Pubmed, dan media *on-line* yang digunakan untuk publikasi dari berbagai *Scientific journals*, dan lain-lain.

PEMBAHASAN

1. Botani *Etlingera elatior*

Etlingera elatior merupakan tanaman perennial yang memiliki rhizoma dekat dengan permukaan tanah. Rhizoma memiliki ukuran (diameter 3-4 cm) dengan aroma yang kuat (Gambar 1). Daun berwarna hijau dengan ukuran hingga 80 × 18 cm, namun terkadang daun muda berwarna merah muda pucat (Chan *et al.*, 2011). Susunan daun *distichous alterna*, dengan tangkai daun pendek berukuran 2.5-3.5 cm (Chan *et al.*, 2011), namun helaian dapat mencapai 2 meter (de Guzman and Siemeonsma, 1999). Batang biasanya saling menutupi bersama, tumbuh tegak hingga mencapai 7 meter (Heyne, 1987).

Tangkai pembungaan muncul dari permukaan tanah yang menyokong pembungaan (*inflorescences*) dengan bunga yang menarik dengan brakteanya berwarna merah muda (Gambar 1), kadang-kadang berwarna putih (Lachumy *et al.*, 2010). *Inflorescences* muda kelihatan seperti kepala tombak (*spear-like head*). Bunga berdiri pada batang yang panjangnya 0,8-2,0 meter. Apabila braktea dari *inflorescences* diremas akan menghasilkan aroma yang tajam dengan sedikit rasa asam (Chan, *et al.*, 2011). Buahnya mirip seperti buah nanas (Heyne, 1987) seperti yang ditunjukkan pada Gambar 1.



Gambar 1. *Etlingera elatior* a. Habitus b. Buah muda c. Buah tua e. pembungaan.

Etlingera elatior mulai berbunga ketika berumur 2 tahun kemudian berbuah (Heyne, 1987). Bunga *E. elatior* merupakan bunga majemuk disebut *inflorescences*. Satu *inflorescence* pada *E. elatior* dapat bertahan hidup hingga 3-4 bulan. Anthesis biasanya terjadi pada pukul 5.30-6.30 pagi hari dengan daya hidup hanya satu hari (Aswani *et al.*, 2013). Perkembangan buah hingga matang diperlukan waktu hingga 2-3 bulan. Buah yang masih muda umumnya bewarna kemerahan kemudian berubah menjadi hijau kecoklatan ketika sudah matang (Gambar 1c). Presentasi bunga yang menjadi buah dipengaruhi oleh tipe penyerbukan. Bunga dengan penyerbukan silang memiliki frekuensi buah yang lebih banyak dibandingkan dengan pembuahan sendiri. Presentasi bunga yang menjadi buah dengan penyerbukan sendiri sangat rendah hanya mencapai 8 % (Aswani *et al.*, 2013).

2. Manfaat *Etlingera elatior*

Secara umum *E. elatior* dimanfaatkan sebagai bahan makanan, obat dan tanaman hias, bahan kerajinan, bahan pewarna (Heyne, 1987; de Guzman and Siemeonsma, 1999). Pemanfaatan *E. elatior* sebagai bahan makanan dan obat lebih menonjol dibandingkan dengan manfaat lainnya akan dibahas lebih dalam pada bagian 4. Sebagai bahan makanan *E. elatior* yang dimanfaatkan adalah tunas muda, bunga, maupun buah sedangkan sebagai bahan obat lebih banyak dimanfaatkan batang, daun dan bunganya. Pemanfaatan sebagai bahan pangan *E. elatior* pada kajian ini difokuskan pada etnis lokal di Indonesia khususnya etnis Batak Sumatera Utara.

Bagi masyarakat lokal di Indonesia khususnya bagi etnis Batak tunas muda dari *E. elatior* dapat dimanfaatkan sebagai lalapan, sebagai bahan sambal *rias*. Sambal *rias* merupakan sambal dengan bahan utama tunas muda dari *E. elatior* dengan aroma khas yang dapat merangsang selera makan. Bunga dan buah *E. elatior* oleh etnis Batak Karo dimanfaatkan sebagai campuran *cincang* dan *terites* (Purba, 2015; Aini, 2016), sedangkan bagi etnis Batak Toba dimanfaatkan sebagai bumbu untuk masak *arsik*. *Cincang* merupakan sayur tradisional etnis Batak Karo yang terbuat dari campuran daun singkong (*Manihot utilisissima*), batang semu pisang (*Musa paradisiaca*), dan bunga *E. elatior* (Purba, 2016). *Terites* merupakan makanan tradisional etnis Batak Karo yang sering juga disebut sebagai *pagit-pagit* atau “*soup ijo*” yang diperoleh dari ekstrak rumput dari rumen hewan ruminansia seperti sapi maupun kambing. Disebut “*soup ijo*”

karena soup tersebut bewarna hijau sedangkan disebut *pagit-pagit* karena rasanya pahit (*pagit=pahit*). Pada terites penambahan buah maupun buga *E. elatior* berfungsi untuk menetralsi bau yang kurang sedap pada hasil fermentasi rumput pada rumen sapi sekaligus menambah rasa. *Arsik* merupakan “gulai ikan mas” pada etnis Batak Toba. Penambahan bunga *E. elatior* pada makan selain menaghasilkan cita rasa yang khas akan menambah nilai estetika dari makanan yang dihasilkan sedangkan penambahan buah akan menghasilkan rasa asam.

Penambahan *E. elatior* pada berbagai makanan mengakibatkan makanan lebih enak, lebih segar, lebih awet, dengan aroma yang khas. Aroma makanan yang diberi *E. elatior* diduga berhubungan dengan senyawa bioaktif seperti minyak esensial (Azemi, 2008; Abdelmageed *et al.* 2011; Jaafar *et al.* 2012), yang berasal dari golongan seskuiterpenoid. Sekuiterpenoid merupakan terpenoid yang mudah menguap (Croteau *et al.*, 2000). Minyak atsiri merupakan salah satu bentuk turunan dari terpenoid yang bersifat mudah menguap (Harbone, 1987), hal tersebut mengakibatkan *E. elatior* menghasilkan aroma khas. Senyawa bioaktif yang terdapat pada *E. elatior* akan menghambat pertumbuhan bakteri (Sukandar *et al.*, 2010; Abdelwahab *et al.*, 2010) sehingga mengakibatkan makanan lebih awet. Ekstrak bunga dari *E. elatior* menunjukkan aktivitas menghambat pertumbuhan *Staphylococcus aureus*, *Bacillus subtilis*, *Listeria monocytogenes*, *Escherichia coli*, *Salmonella typhimurium*, dan *Pseudomonas aeruginosa* (Ghasemzadeh *et al.*, 2015). Beberapa kajian menunjukkan bahwa kemampuan *E. elatior* menghambat pertumbuhan bakteri berhubungan dengan kandungan senyawa phenoliknya khususnya flavonoid (Xie *et al.*, 2015; Cushnie and Lamb, 2005).

Selain sebagai bahan makanan *E. elatior* banyak dimanfaatkan sebagai obat tradisional seperti obat demam, batuk (Silalahi, 2014; Silalahi *et al.*, 2015), infeksi telinga (Heyne, 1987), penyembuhan luka (Chan *et al.*, 2007), antihipertensi (Mohamad, *et al.*, 2005; Wijekoon, *et al.* 2011), diabetes (Wijekoon *et al.* 2011) dan juga untuk meningkatkan kebugaran ibu pasca melahirkan (Silalahi *et al.*, 2015; Mai *et al.*, 2009). Secara ilmiah telah terbukti bahwa *E. elatior* memiliki aktivitas sebagai

antihipertensi, antioksidan (Habsah *et al.*, 2005; Abdelwahab *et al.*, 2010; Wijekoon *et al.*, 2011), anti tumor, anti cytotoxic (Jafar *et al.*, 2007; Hasbah *et al.*, 2005), *anticancer* (Habsah *et al.*, Wijekoon *et al.*, 2010; Lachumy *et al.*, 2010), *antiaging* dan *skin whitening*. Bioaktivitas dari *E. elatior* akan dibahas lebih lanjut pada bagian 3.

Pemanfaatan *E. elatior* sebagai tanaman hias, pewarna maupun sebagai bahan kerajinan belum banyak dikaji khususnya di Indonesia. Di Australia, Costa Rica (Larsen *et al.*, 1999) dan Brazil (Da Silva Junior *et al.*, 2012), *E. elatior* telah dibudidayakan dan *inflorescences* digunakan sebagai bunga potong (Larsen *et al.*, 1999; Da Silva Junior *et al.* 2012). Pembungaan *E. elatior* yang dapat berbunga sepanjang tahun dan satu pembungaan dapat bertahan 3-4 bulan (Aswani, *et al.*, 2013) mengakibatkannya cocok digunakan sebagai bunga potong. Pemanfaatan *E. elatior* sebagai tanaman hias berhubungan dengan karakter bunga yang menarik yang berberbentuk seperti pagoda dengan warna yang beragam (Gambar 1). Walaupun belum banyak kajian tentang pemanfaatan *E. elatior* sebagai tanaman hias di Indonesia namun *E. elatior* mudah ditemukan di pekarangan di Sumatera Utara (Silalahi 2014). Penanaman *E. elatior* di pekarangan memiliki fungsi ganda yaitu sebagai tanaman hias, tanaman obat, maupun fungsi ekologi. Etnis Batak secara ekologi memanfaatkan *E. elatior* sebagai untuk mengurangi menahan pengikisan maupun penaha longsor sehingga banyak ditanam pada tebing-tebing, pinggiran desa, dan pekarangan (Silalahi, 2014). *E. elatior* juga memiliki karakter daun yang menarik karena memiliki variasi warna antara permukaan bawah daun merah, namun permukaan atas daun hijau dan tidak mudah rontok, dan tidak memerlukan perawatan khusus sehingga cocok dijadikan tanaman hias maupun sebagai pembatas pekarangan.

Heyne (1987) melaporkan bahwa etnis Sunda di Bogor memanfaatkan rimpang *E. elatior* sebagai sumber pewarna kuning, batang semu digunakan sebagai ayaman. Chan *et al.*, (2007) menyatakan bahwa daun dari dari Zingiberaceae dimanfaatkan sebagai pewarna makanan. Sebagai bahan ayaman bagian yang dimanfaatkan adalah batang *E. elatior* khususnya oleh masyarakat lokal Lampung, Palembang dan Ogan Komering Ilir. Batang semu *E. elatior* yang sudah tua banyak mengandung serat sehingga cocok dimanfaatkan. Hingga saat ini kajian dan sruktur serat dari *E. elatior* belum banyak dilakukan.

3. Aktivitas Biologi

Pemanfaatan *E. elatior* sebagai bahan obat berhubungan dengan kandungan senyawa bioaktifnya atau kandungan metabolit sekundernya. Dalam artikel ini akan dibahas beberapa manfaat *E. elatior* dalam bidang kesehatan seperti sebagai antihipertensi, antioksidan, antimikroba, bahan sauna tradisional, anti kanker, *skin whitening* dan *anti aging*.

3.1. Antihipertensi

Secara alami tumbuhan yang dimanfaatkan sebagai obat antihipertensi merupakan tumbuhan yang merangsang pembuluh darah untuk vasodilatasi atau memiliki efek mengencerkan darah (Munim dan Hanani, 2011). Beberapa senyawa yang telah terbukti berkhasiat sebagai atihipertensi adalah alkaloid seperti ajmalisin dari tanaman *Catharanthus roseus* maupun *Rauwolfia serpentina* (Hanani dan Munim 2010). Walaupun beberapa peneliti menyatakan bahwa *E. elatior* tidak mengandung alkaloid, namun Mohamad *et al.* (2005) melaporkan bahwa buah matang dari *E. elatior* memiliki aktivitas antihipertensi. Untuk mengetahui senyawa *E. elatior* yang berfungsi menurunkan tekanan darah penting dilakukan kajian lebih lanjut. Wijekoon *et al.* (2011) menyatakan bahwa memakan *inflorecescence E. elatior* secara rutin akan mencegah hipertensi.

3.2. Antioksidan

Antioksidan adalah bahan yang dapat menghambat radikal bebas atau mencegah pembentukan radikal bebas (Chan *et al.*, 2007). Senyawa fenolik (Chan *et al.*, 2007) dan essential oil merupakan beberapa senyawa yang umum yang digunakan untuk menghambat radikal bebas atau mencegah radikal bebas. Beberapa essential oils seperti linalool, menthol dan limonene (Kunta, *et al.*, 1997), dan polyphenol dari golongan fenolik telah terbukti memiliki aktivitas antioksidan (Allaith, 2008, Amin *et al.*, 2004). Daun, rhizoma (Chan *et al.* 2007) dan bunga (Kunta, *et al.*, 1997) merupakan organ dari *E. elatior* yang dimanfaatkan sebagai antioksidan.

Kemampuan *E. elatior* sebagai antioksidan dipengaruhi oleh tofografi,

ketinggian, dan jenis organ yang digunakan. Daun *Etlingera* yang berasal dari dataran tinggi memiliki kemampuan menghambat radikal bebas lebih tinggi dibandingkan dengan *Etlingera* yang berasal dari dataran rendah (Chan *et al.*, 2007). Lebih lanjut Chan *et al.* (2007) menyatakan bahwa daun *Etlingera* memiliki kemampuan sebagai antioksidan delapan kali lebih tinggi dibandingkan dengan rhizoma. Hal tersebut diduga berhubungan dengan kandungan senyawa fenolik maupun minyak esensial oil yang terkandung pada kedua organ. Kandungan senyawa fenolik (Ghasemzadeh *et al.*, 2015) dan essential oil di daun diduga lebih tinggi maupun lebih banyak dibandingkan dengan rhizoma *Etlingera*.

Etnis Batak Karo memanfaatkan *E. elatior* sebagai bahan sauna tradisional sehingga yang mengakibatkan kulit menjadi lebih halus dan lebih bersih (Silalahi *et al.* 2015; Silalahi 2014). Ghasemzadeh *et al.* (2015) menyatakan bahwa dalam aktivitas sebagai antioksidan ekstrak daun dengan menggunakan air lebih tinggi dibandingkan dengan menggunakan alkohol. Hal tersebut sejalan dengan kearifan lokal etnis Batak yang memanfaatkan daun *E. elatior* sebagai bahan sauna tradisional. Ekstrak bunga dari *E. elatior* yang diekstrak dengan menggunakan metanol atau pelarut polar lebih tinggi aktivitas antioksidannya dibandingkan dengan etil asetat (pelarut semi polar) yaitu sebesar ($IC_{50} = 21,14 \mu\text{g/ml}$) dibandingkan dengan ($IC_{50} = 68,24 \mu\text{g/ml}$) melawan radikal bebas 2,2-Diphenyl-1-Picrylhydrazyl (DPPH) secara berurutan (Maimulyanti and Prihandi, 2015).

3.3. Antimikroba

Pemanfaatan *E. elatior* sebagai antimikroba telah banyak diteliti oleh (Habsah *et al.*, 2005; Chan *et al.*, 2007, 2008; Wijekoon *et al.*, 2010; Lachumy *et al.*, 2010). Dari berbagai penelitian ternyata *E. elatior* mampu menghambat pertumbuhan *Bacillus cereus* and *Micrococcus luteus* (Chan *et al.*, 2010), *Staphylococcus aureus* (Chan *et al.*, 2010; Sukandar *et al.*, 2010), *Escherichia coli* (Sukandar *et al.*, 2010). Selain menghambat pertumbuhan bakteri, ekstrak bunga dari *E. elatior* juga mampu menghambat pertumbuhan jamur (Lachumy *et al.*, 2010).

3.4. Anti kanker

Senyawa yang berfungsi sebagai antikanker merupakan senyawa yang dapat menghambat pembelahan sel-sel tubuh. Ekstrak bunga *E. elatior* menunjukkan aktivitas

sitotoksisitas melawan Hela (*human cervical carcinoma*) (Guzman and Siemeonsma, 1999) dan tumor *cell lines* MCF-7 and MDA-MB-231 (Ghasemzadeh, *et al.* 2015) sehingga dapat digunakan sebagai antikanker.

3.5. Sauna tradisional (*Steam bath*)

Salah satu pemanfaatan daun maupun batang *E. elatior* yang menonjol pada etnis Batak khususnya etnis Batak Karo adalah sebagai bahan utama *oukup*. *Oukup* merupakan sauna tradisional etnis Batak Karo yang diperuntukkan untuk mengembalikan kebugaran ibu pasca melahirkan (Silalahi, *et al.*, 2015). Tumbuhan sebagai bahan utama *oukup* berasal dari famili *Zingiberaceae* salah satunya batang dan daun *E. elatior* (Silalahi and Nisyawati 2016 in press). Aroma dari sauna tersebut diduga akan menghilangkan bau badan dan juga akan menghaluskan kulit. Hal tersebut diduga adanya senyawa antioksidan yang menghambat radikal bebas sehingga dapat menjaga elastisitas kulit. Essential oil yang terdapat pada daun *Etlingera elatior* dapat menjaga aroma tubuh (De Guzman and Siemonsma, 1999), karena dapat menghambat pertumbuhan mikroba yang mengakibatkan aroma badan kurang enak (Lachumy, *et al.* 2010; De Guzman and Siemonsma, 1999).

3.6. Skin Whitening dan Anti aging

E. elatior juga sangat potensial digunakan dalam bidang kecantikan (Lachumy *et al.* 2015) seperti sebagai pemutih kulit (Nithitanakool, *et al.* 2014).), anti-aging (Allaith, 2008, Amin *et al.*, 2004; (Nithitanakool *et al.* 2014). *Collagenase* merupakan enzim utama yang bertanggung jawab terhadap dehidrasi dan pembentukan *wrinkle formation* pada permukaan kulit (Wahab, *et al.*, 2014). Nithitanakool *et al.* (2014) menyatakan bahwa bunga (*inflorescence*) memiliki sifat *skin whitening* melalui penghambatan *tyrosianse*. Lebih lanjut Nithitanakool *et al.* (2014) menyatakan bahwa potensi anti-tyrosinase dari bunga *E. elatior* ($IC_{50} = 10,16 \pm 0,73$ mg/ml) memang lebih rendah dibandingkan dengan well-known tyrosinase inhibitor ($IC_{50} = 0,05 \pm 0,01$ mg/mL), namun demikian ekstrak ini mengindikasikan kapasitasnya sebagai “*the natural whitener*” sekaligus sebagai *antiaging*.

SIMPULAN

1. *Etlingera elatior* bagi masyarakat lokal di Indonesia, dimanfaatkan sebagai bahan makanan tradisional (*sambal, arsik, cincang, terites*) dan obat (obat demam, obat batuk, obat infeksi telinga, penyembuhan luka, anti hipertensi, obat diabetes mellitus, dan bahan sauna tradisional).
2. Secara ilmiah telah terbukti bahwa *Etlingera elatior* memiliki aktivitas sebagai antihipertensi, antioksidan, antimikroba, bahan sauna tradisional, anti kanker, *skin whitening* dan *anti aging*.

DAFTAR PUSTAKA

- Abdelmageed, A.H.A., Q.Z. Faridah, N.A. Amalina, & M. Yaacob. 2011. The influence of organ and post-harvest drying period on yield and chemical composition of the essential oils of *Etlingera elatior* (Zingiberaceae). *Journal of Medicinal Plants Research* 5(15): 3432-3439.
- Abdelwahab, K.S.I., F.Q. Zaman, A.A. Mariod, M. Yaacob, A.H.A Abdelmageed, & S. Khamis. 2010. Chemical composition, antioxidant and antibacterial properties of the essential oils of *Etlingera elatior* and *Cinnamomum pubescens*. *J Sci Food Agric* 90: 2682-2668.
- Aini, R.N. 2016. Etnobotani Pangan Masyarakat Etnis Karo di Desa Semangat Gunung, Kecamatan Merdeka, Sumatera Utara. [Skripsi]. Departemen Bilogi FMIPA, Universitas Indonesia, Depok [tidak dipublikasikan].
- Allaith, A.A.A. 2008. Antioxidant activity of Bahraini date palm (*Phoenix dactylifera* L.) fruit of various cultivars. *International Journal Food Science Technology* 43: 1033-1040.
- Amin, I., M.M. Zamaliah, & W.F. Chin. 2004. Total antioxidant activity and phenolic content in selected vegetables. *Food Chem* 87: 581-586.
- Aswani, K., M. Sabu, & K.P. Smisha 2013. Reproductive biology of *Etlingera elatior* (Jack.) R. M. Sm. ornamental torch ginger. *International Journal of Plant, Animal and Environmental Sciences* 3(2): 75-80.
- Azemia, H.B. 2008. Monitoring of Quality of Essential Oil from *Etlingera* sp. 2 (Zingiberaceae) by GC And GC-MS. [Thesis]. Chemical Engineering Faculty of Chemical & Natural Resources Engineering, Universiti Malaysia, Pahang.
- Chan, E.W.C., Y.Y. Lim, & T.Y. Lim. 2007. Total phenolic content and antioxidant activity of leaves and rhizomes of some ginger species in Peninsular Malaysia Gardens *Bulletin Singapore* 59 (1-2): 47-56.
- Chan, E.W.C., Y.Y. Lim, & N.A Mohd. Ali. 2010. Composition and antibacterial activity of essential oils from leaves of *Etlingera* species (Zingiberaceae). *International Journal For The Advancement of Science & Arts* 1(2): 1-12.
- Chan, E.W.C., Y.Y. Lim, & S.K. Wong. 2011. Phytochemistry and pharmacological properties of *Etlingera elatior* a review. *Pharmacognosy Journal* 3 (22): 6-10.
- Croteau, R., T.M. Kutchan, & N.G. Lewis. 2000. Natural products (secondary

- metabolites) in: *Biochemistry & Molecular Biology of Plants*, B. Buchanan, W. Gruissem, R. Jones, Eds. American Society of Plant Physiologists: 1250-1310.
- da Silva Júnior, J.M., R. Paiva, A.C.A.L. Campos, M. Rodrigues, M.A. de Figueiredo Carvalho, & W.C. Otoni. 2012. Protoplast production and isolation from *Etlingera elatior*. *Acta Scientiarum* 34(1): 45-50.
- de Guzman, C.C. and Siemeonsma. 1999. *Spices (18)*. Plant resources of South-East Asia. Backhuys Publishers, Leiden.
- Ghasemzadeh, A., H.Z.E. Jaafar, A. Rahmat, & S. Ashkani. 2015. Secondary metabolites constituents and antioxidant, anticancer and antibacterial activities of *Etlingera elatior* (Jack) R.M.Sm grown in different locations of Malaysia. *BMC Complementary and Alternative Medicine* 15: 335.
- Cushnie, T.T., & A.J. Lamb, 2005. Antimicrobial activity of flavonoids. *International Journal Antimicrob Agents* 26(5): 343–56.
- Habsah, M, A.M., Ali, N.H. Lajis, M.A. Sukari, Y.H. Yap, H. Kikuzaki, & N. Nakatani. 2005. Antitumour-promoting and cytotoxic constituents of *Etlingera elatior*. *Malaysian Journal of Medical Sciences* 12(1): 6-12.
- Heyne, K. 1987. *Tumbuhan Berguna Indonesia I*. Diterjemahkan oleh Badan Litbang Kehutanan Jakarta, Yayasan Sarana wana Jaya, Jakarta.
- Harborne, J.B. 1987. *Metode Fitokimia: Penuntun cara modern menganalisis tumbuhan*, Ed. II. Diterjemahkan oleh Kosasih Padmawinata dan Iwang Soedira. ITB Press, Bandung.
- Jaafar, F.M., C.P. Osman, N.H. Ismail, & K. Awang. 2007. Analysis of essential oils of leaves, stems, flowers and rhizomes of *Etlingera elatior* (Jack) RM Smith. *Malaysian J Anal Sci* 11: 269-273.
- Jackie, T., N. Haleagrahara, & S. Chakravarthi. 2011. Antioxidant effects of *Etlingera elatior* flower extract against lead acetate-induced perturbations in free radical scavenging enzymes and lipid peroxidation in rats. *BMC Research Notes* 4: 67.
- Lachumy, S.T.J., S. Sasidharan, V. Sumathy, & Z. Zuraini. 2010. Pharmacological activity, phytochemical analysis and toxicity of methanol extract of *Etlingera elatior* (torch ginger) flowers. *Asian Pacific Journal of Tropical Medicine* 3: 769-774.
- Larsen, K., H. Ibrahim, S.H. Khaw, & L.G. Saw. 1999. *Gingers of Peninsular Malaysia and Singapore*. Natural History Publications (Borneo): 135.
- Mai, C.W., S.Y. Wong, E.L. Tan, M.K. Balijepalli, & M.R. Pichika. 2009. Antiproliferative and apoptotic studies of the standardised extracts of *Etlingera elatior* on human colorectal carcinoma cells. *Malaysian Journal of Chemistry* 11: 136-142.
- Mohamad Ali, H.A.M., N.H. Lajis, M.A. Sukari, Y.H. Yap, H. Kikuzaki, & N. Nakatani. 2005. Antioxidative constituents of *Etlingera elatior*. *J. Nat. Prod.* 68(2): 285-288.
- Maimulyanti, A., & A.R. Prihadi. 2015. Chemical composition, phytochemical and antioxidant activity from extract of *Etlingera elatior* flower from Indonesia. *Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry* 3(6): 233-238.
- Munim, A. & E. Hanani. 2011. *Fisioterapi Dasar*. Dian Rakyat. Jakarta.
-

- Nithitanakoo, S., V. Teeranachaideeku, L. Ponpanich, N. Nopporn, T. Junhunkit, P. Wanasawas, & M. Chulasiri. 2014. *In vitro* and *in vivo* skin whitening and anti-aging potentials of hydroglycolic extract from inflorescence of *Etlingera elatior*. *JAASP* 3: 314-325.
- Purba, E.C. 2015. Etnobotani Masyarakat Etnis Karo di Kecamatan Merdeka Sumatera Utara, [Tesis] Departemen Biologi FMIPA, Universitas Indonesia, Depok [tidak dipublikasikan].
- Silalahi, M. 2014. The Ethnomedicine of The Medicinal Plants in Sub-ethnic Batak North Sumatra and The Conservation Perspective. [*Disertation*]. Program Studi Biologi, Program Pasca Sarjana, FMIPA, Universitas Indonesia. [unpublished].
- Silalahi, M., J. Supriatna, E.B. Walujo, & Nisyawati. 2015. Local knowledge of medicinal plants in sub-ethnic Batak Simalungun of North Sumatra, Indonesia. *Biodiversitas*. 16(1): 44-54.
- Sukandar, D., N. Radiastuti, I. Jayanegara, & A. Hudaya. 2010. Karakterisasi senyawa aktif antibakteri ekstrak air bunga kecombrang (*Etlingera elatior*) sebagai bahan pangan fungsional. *Valensi* 2(1): 333-339.

B-02

**KARAKTER MORFOLOGI DAN HASIL MUTAN-MUTAN UBI KAYU
(*Manihot esculenta* Crantz) HASIL IRADIASI SINAR GAMMA GENERASI
M1V4**

Kridanto Priyo Digdo¹⁾, Nurul Khumaida^{1)*}, Sintho Wahyuning Ardie¹⁾

*1) Departemen Agronomi dan Hortikultura, Fakultas Pertanian, Institut Pertanian Bogor,
Jalan. Meranti, Kampus IPB Darmaga, Bogor 16680, Jawa Barat.*

**Corresponding author. Telp. : +62-251-8629-353 Surel : nkhumaida@yahoo.com*

Abstract

Induksi mutasi dengan iradiasi sinar gamma merupakan salah satu upaya untuk meningkatkan keragaman genetik sehingga dapat dilakukan seleksi untuk mendapatkan varietas baru berdaya hasil tinggi.

Penelitian ini bertujuan untuk mempelajari karakter morfologi dan hasil mutan ubi kayu generasi M1V4 sehingga diperoleh mutan berdaya hasil tinggi. Kegiatan penelitian dilaksanakan di KP. Cikabayan, Institut Pertanian Bogor pada Mei 2015 sampai Maret 2016 dengan metode percobaan rancangan kelompok lengkap teracak satu faktor yaitu genotipe ubi kayu. Bahan tanam yang digunakan adalah 52 mutan ubi kayu generasi M1V4 dari 5 genotipe asal yaitu Jame-jame (G1), Ratim (G2), UJ-5 (G3), Malang 4 (G4), dan Adira 4 (G5).

Hasil penelitian menunjukkan terdapat genotipe mutan yang memiliki bobot umbi lebih dari 8 kg per tanaman yaitu G5D1-1213, G5D1-2121, G5D2-4222, dan G5D1-133 sehingga genotipe tersebut dapat dikategorikan potensial. Berdasarkan analisis korelasi karakter yang berkorelasi positif dengan hasil bobot umbi yaitu karakter tinggi tanaman dan diameter batang.

Kata Kunci: induksi mutasi, karakterisasi, seleksi, korelasi

PENDAHULUAN

Latar Belakang

Ubi kayu (*Manihot esculenta* Crantz) merupakan tanaman sumber karbohidrat utama setelah padi dan jagung. Ubi kayu mempunyai keunggulan dibandingkan tanaman pangan lain karena tingkat efisiensi fotosintesis dan sintesis turunan karbohidrat yang tinggi. Menurut Tonukari (2004), ubi kayu mengandung karbohidrat 40% lebih tinggi daripada padi dan 25% lebih tinggi daripada jagung karena ubi kayu dapat mengkonversi energi matahari menjadi karbohidrat dalam jumlah besar per satuan luas. Selain itu ubi kayu juga mempunyai daya adaptasinya yang tinggi.

Badan Pusat Statistik (2016) menyajikan data produksi ubi kayu Indonesia mengalami penurunan yaitu produksi sebesar 22,0 juta ton pada tahun 2014 menjadi 21,8 juta ton pada tahun 2015. Selain itu produktivitas ubi kayu Indonesia juga mengalami penurunan yaitu produktivitas pada tahun 2014 sebesar 23,36 ton ha-1 menjadi 22,96 ton ha-1 pada tahun 2015. Hal ini bertolak belakang dengan permintaan pasar terhadap ubi kayu yang semakin meningkat sehingga perlu adanya usaha peningkatan produksi dan kualitas ubi kayu dalam negeri untuk menjamin ketahanan pangan nasional.

Peningkatan produksi ubi kayu dapat dilakukan dengan perakitan varietas unggul baru ubi kayu berdaya hasil tinggi melalui pemuliaan tanaman. Salah satu kendala yang dihadapi dalam pemuliaan ubi kayu adalah tanaman ubi kayu umumnya dibiakan secara vegetatif memiliki keragaman genetik yang rendah. Kendala tersebut dapat diatasi melalui bioteknologi dengan metode induksi mutasi. Sinar gamma merupakan salah satu mutagen fisik yang sering digunakan oleh para pemulia tanaman untuk meningkatkan keragaman tanaman. Menurut Crowder (2006) sinar gamma mempunyai energi radiasi diatas 10 MeV yang mampu menembus ke dalam jaringan dan mampu mengionisasi atom-atom dari molekul yang dilewati. Pengaruh ionisasi terhadap kromosom dapat mengakibatkan terputusnya rantai kromosom sehingga dapat mengubah struktur kromosom (delesi, inversi, duplikasi, dan translokasi). Adanya kerusakan pada tingkat molekuler inilah yang menyebabkan keragaman pada tanaman yang diiradiasi.

Penelitian induksi mutasi ubi kayu dengan sinar gamma telah dilakukan oleh Fahreza (2014) dan Maharani (2015a) pada generasi M1V1. Penelitian Khumaida et al. (2015b) dan Maharani et al. (2015b) menunjukkan bahwa mutan ubi kayu mulai mengalami perubahan karakter morfologi yang beragam pada generasi M1V2 namun dengan tingkat kestabilan masih rendah. Berdasarkan analisis stabilitas yang dilakukan oleh Agustina (2016) terdapat 41 genotipe mutan ubi kayu yang potensial pada generasi M1V3. Evaluasi karakter morfologi dan hasil mutan-mutan ubi kayu pada generasi selanjutnya yaitu M1V4 masih perlu dilakukan sehingga dapat dilakukan seleksi terhadap karakter yang diinginkan.

Tujuan

Penelitian ini bertujuan untuk mempelajari karakter morfologi dan hasil mutan-mutan ubi kayu pada generasi M1V4 sehingga diperoleh mutan ubi kayu potensial sebagai kandidat calon varietas ubi kayu baru berdaya hasil tinggi.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilaksanakan di Kebun Percobaan Cikabayan, Institut Pertanian Bogor pada bulan Mei 2015 sampai dengan Maret 2016. Jenis tanah di lokasi penelitian adalah Latosol dengan ketinggian 250 mdpl. Penelitian ini menggunakan rancangan kelompok lengkap teracak (RKLK) dengan satu faktor yaitu genotipe ubi kayu. Setiap genotipe ditanam pada 3 blok tanaman dan terdiri atas 3 tanaman pada setiap blok. Bahan tanaman yang digunakan dalam penelitian terdiri atas 52 mutan ubi kayu dan 5 genotipe asal yaitu genotipe lokal dari Halmahera Utara (Jame-jame (G1) dan Ratim (G2)), varietas introduksi dari Thailand (UJ-5 (G3)), dan varietas nasional (Malang 4 (G4) dan Adira 4 (G5)).

Pelaksanaan penelitian dimulai dari pengolahan lahan dan pemberian pupuk kandang dengan dosis 5 ton ha⁻¹ pada satu minggu sebelum tanam. Stek batang mutan-mutan ubi kayu generasi M1V4 berukuran 20 cm ditanam dengan jarak tanam 0,8m x 1m pada lahan. Pemupukan dilakukan menggunakan pupuk Urea, SP-36, dan KCl dengan dosis masing-masing 200, 150, dan 150 kg ha⁻¹. Kegiatan pemeliharaan tanaman ubi kayu yang dilakukan meliputi pewiwilan, pembumbunan, penyiangan gulma, serta pengendalian hama dan penyakit..

Pengamatan karakter morfologi tanaman dilakukan berdasarkan panduan *International Institute of Tropical Agriculture* (Fukuda *et al.*, 2010) yang terdiri atas karakter kualitatif dan kuantitatif. Karakter kualitatif meliputi warna pucuk, warna daun, dan warna tangkai daun yang diamati pada umur 6 BST serta karakter warna korteks batang dan warna luar batang pada umur 9 BST. Karakter kuantitatif meliputi tinggi tanaman dan diameter batang yang diamati sebelum tanaman dipanen. Karakter hasil yaitu bobot umbi per tanaman diamati segera setelah tanaman dipanen yaitu saat tanaman berumur 10 BST.

Data kuantitatif yang diperoleh dianalisis menggunakan uji F dan apabila terdapat pengaruh nyata genotipe maka akan dilanjutkan dengan uji t-dunnet pada taraf 5% menggunakan *software* SAS versi 9.0. Analisis korelasi dilakukan untuk mengetahui keeratan hubungan antar karakter kuantitatif dengan menggunakan *software* Minitab versi 14.

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

Karakter Kuantitatif Mutan Ubi Kayu Generasi M1V4

Hasil analisis ragam terhadap karakter morfologi tanaman dan karakter hasil panen yang diamati pada mutan-mutan ubi kayu hasil iradiasi sinar gamma generasi M1V4 menunjukkan bahwa genotipe memberikan pengaruh sangat nyata pada seluruh karakter kuantitatif yang diamati (Tabel 1). Hal ini menunjukkan bahwa terdapat perbedaan karakter tinggi tanaman, diameter batang, dan bobot umbi pada masing-masing genotipe ubi kayu. Karakter tinggi tanaman dan diameter batang mempunyai nilai koefisien keragaman yang relatif lebih kecil jika dibandingkan dengan karakter hasil. Hal ini menunjukkan bahwa kedua karakter tersebut tidak sensitif atau tidak banyak dipengaruhi oleh lingkungan.

Tabel 1. Rekapitulasi sidik ragam karakter kuantitatif mutan ubi kayu generasi M1V4 pada umur 10 BST

Karakter Kuantitatif	Kuadrat Tengah Genotipe	F hitung	Koefisien Keragaman (%)
Tinggi Tanaman	3848,318	7.96 ^{**}	9,034
Diameter Batang	0,814	7.70 ^{**}	11,415
Bobot Umbi	12,121	3.02 ^{**}	38,632

Keterangan : BST = bulan setelah tanam, ** = berpengaruh sangat nyata pada taraf 1%,

Tabel 2 menyajikan hasil rata-rata karakter kuantitatif tanaman dari 52 genotipe mutan ubi kayu generasi M1V4 dan lima genotipe asal. Karakter tinggi tanaman memiliki nilai tengah yang berkisar antara 153,0 – 317,5 cm. Hasil uji lanjut menunjukkan bahwa secara statistik tinggi tanaman genotipe mutan G1D2-123 lebih rendah dari semua genotipe asal. Genotipe mutan G5D1-1213, G5D2-4222, G5D1-

2121, G5D1-1211, dan G5D1-133 lebih tinggi dari genotipe asal Jame-jame, Ratim, UJ-5, dan Malang-4 namun tidak lebih tinggi dari genotipe asal Adira-4.

Tabel 2. Nilai tengah peubah karakter kuantitatif mutan ubi kayu generasi M1V4 pada umur 10 BST

Genotipe	TT	DB	BU	Genotipe	TT	DB	BU
Jame-jame	219.3	3.83	2.00	G4D2-1222	222.8 ^e	2.39 ^{ae}	3.17
G1D1-3222	203.0 ^e	2.36 ^{ae}	3.08	G4D2-1223	231.0 ^e	2.83 ^a	6.33
G1D1-3223	252.5	3.21 ^b	3.25	G4D3-1131	266.0	2.41 ^{ae}	4.33
G1D1-5321	248.5	2.24 ^{ae}	5.33	G4D3-1132	275.0	2.63 ^{ae}	5.33
G1D2-121	286.6 ^{abd}	2.34 ^{ae}	3.83	G4D3-1133	234.2 ^e	2.56 ^{ae}	3.78
G1D2-122	226.0 ^e	3.51 ^{bcd}	4.58	Adira-4	301.0	3.64	6.17
G1D2-123	153.0 ^{abcde}	1.77 ^{ae}	1.50	G5D1-1211	301.5 ^{abd}	3.76 ^{bcd}	8.50 ^a
Ratim	219.5	2.12	3.42	G5D1-1212	279.1 ^{ab}	3.17 ^{bc}	6.28
G2D1-2221	187.3 ^e	2.4 ^{ae}	3.17	G5D1-1213	317.5 ^{abcd}	3.56 ^{bcd}	11.25 ^{abcd}
G2D1-2223	226.6 ^e	2.61 ^{ae}	5.00	G5D1-131	252.2	2.99 ^b	6.09
G2D1-3232	222.6 ^e	3.75 ^{bcd}	7.00	G5D1-132	273.6	3.19 ^{bc}	5.25
G2D1-3233	201.6 ^e	2.82 ^a	4.50	G5D1-133	300.0 ^{abcd}	3.58 ^{bcd}	9.42 ^{abcd}
G2D1-4231	176.0 ^{ce}	2.31 ^{ae}	4.75	G5D1-2112	272.8	2.39 ^{ae}	6.83
G2D1-5223	227.5 ^e	2.58 ^{ae}	6.50	G5D1-2113	269.5	2.18 ^{ae}	6.25
G2D1-5231	165.0 ^{ce}	3.29 ^{bc}	1.50	G5D1-2121	307.0 ^{abcd}	3.2 ^{bc}	10.17 ^{abcd}
G2D1-5232	220.0 ^e	2.44 ^{ae}	2.50	G5D1-2122	263.7	2.93 ^a	6.89
G2D1-5233	284.0 ^{ab}	3.11 ^b	4.67	G5D1-2123	265.3	3.04 ^b	6.39
UJ-5	240.9	2.28	3.25	G5D1-2131	207.3 ^e	3.13 ^b	4.83
G3D4-1111	227.1 ^e	2.47 ^{ae}	4.17	G5D1-2132	286.5 ^{ab}	3.51 ^{bcd}	8.00
G3D4-1112	229.0 ^e	2.29 ^{ae}	3.00	G5D1-2133	230.0 ^e	3.36 ^{bcd}	7.83
G3D4-1113	183.0 ^{ce}	1.92 ^{ae}	2.50	G5D2-131	251.6	2.97 ^a	3.67
Malang-4	227.5	2.42	3.69	G5D2-132	268.3	3.01 ^b	7.00
G4D1-1322	228.3 ^e	2.63 ^{ae}	6.33	G5D2-2333	242.5	3.03	3.50
G4D1-1332	242.3 ^e	1.95 ^{ae}	3.17	G5D2-3332	265.0	3.52 ^{bcd}	5.83
G4D1-1333	220.6 ^e	3.06 ^b	5.17	G5D2-3333	255.0	3.41 ^{bcd}	4.83
G4D1-2221	212.5 ^e	2.72 ^a	3.50	G5D2-4221	282.1 ^{ab}	3.39 ^{bcd}	7.39
G4D1-2222	220.1 ^e	2.42 ^{ae}	5.33	G5D2-4222	312.2 ^{abcd}	3.73 ^{bcd}	9.51 ^{abcd}
G4D1-2223	192.3 ^e	2.62 ^{ae}	5.28	G5D2-4223	274.0	3.44 ^{bcd}	6.00
G4D1-4332	225.0 ^e	2.53 ^{ae}	3.5				

Keterangan : TT = tinggi tanaman (cm), DB = diameter batang (cm), BU = bobot umbi per tanaman (kg). Angka yang diikuti dengan huruf a, b, c, d, atau e berbeda nyata dengan genotipe pembanding Jame-jame (a), Ratim (b), UJ-5 (c), Malang-4 (d), atau Adira-4 (e) berdasarkan uji t-Dunnett dengan taraf 5% pada kolom yang sama

Karakter diameter batang memiliki nilai tengah berkisar antara 1,77 – 3,83 cm. Hasil uji lanjut menunjukkan bahwa secara statistik diameter batang genotipe mutan G4D1-1322, G4D3-1132, G4D1-2223, G2D1-2223, G2D1-5223, G4D3-1133, G4D1-4332, G3D4-1111, G2D1-5232, G4D1-2222, G4D3-1131, G2D1-2221, G4D2-1222,

G5D1-2112, G1D1-3222, G1D2-121, G2D1-4231, G3D4-1112, G1D1-5321, G5D1-2113, G4D1-1332, G3D4-1113, dan G1D2-123 lebih rendah dari genotipe asal Jame-jame dan Adira-4 namun tidak lebih rendah dari genotipe asal Ratim, UJ-5, dan Malang-4. Genotipe mutan G5D1-1211, G2D1-3232, G5D2-4222, G5D1-133, G5D1-1213, G5D-23332, G1D2-122, G5D1-2132, G5D2-4223, G5D2-3333, G5D2-4221, dan G5D1-2133 memiliki diameter batang lebih tinggi dari genotipe asal Ratim, UJ-5, dan Malang-4 namun tidak lebih tinggi dari genotipe asal Jame-Jame dan Adira-4.

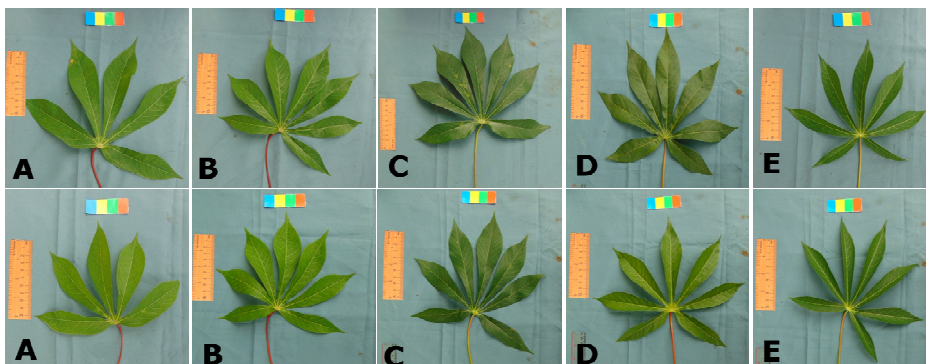
Karakter hasil panen diamati segera setelah proses pemanenan di lapang dilakukan untuk menghindari kehilangan hasil akibat faktor lingkungan. Karakter bobot bobot umbi per tanaman memiliki nilai tengah berkisar anantara 1,5 – 11,25 kg per tanaman. Hasil uji lanjut menunjukkan bahwa secara statistik bobot umbi genotipe mutan G5D1-1213, G5D1-2121, G5D2-4222, dan G5D1-133 lebih tinggi dibanding genotipe mutan lain yang berbeda nyata dengan semua genotipe asal kecuali genotipe asal Adira-4. Genotipe mutan tersebut dapat dikategorikan potensial karena memiliki bobot umbi lebih dari 8 kg per tanaman.

Genotipe mutan G5D1-1213 merupakan mutan dengan karakter hasil bobot umbi per tanaman paling tinggi yaitu sebesar 11,25 kg per tanaman. Apabila genotipe mutan tersebut ditanam dengan standar umum populasi tanaman ubi kayu sebesar 10.000 tanaman per hektar dan dengan asumsi jumlah tanaman yang mampu memproduksi maksimal sebesar 80% maka mutan G5D1-1213 mempunyai potensi produktivitas sebesar 90 ton per hektar. Nilai ini jauh lebih tinggi daripada produktivitas ubi kayu nasional sebesar 22,96 ton ha⁻¹ (BPS, 2015) serta produktivitas genotipe asal mutan tersebut yaitu Adira-4 sebesar 40 ton ha⁻¹ (Puslitbangtan 2013). Produktivitas yang tinggi dapat menjadi salah satu pertimbangan agar mutan tersebut dapat dikembangkan lebih lanjut. Hasil penelitian Asare *et al.* (1997) telah berhasil mengembangkan mutan ubi kayu 'Tek Bankye' hasil iradiasi dengan dosis 25 Gy dari kultivar ubi kayu lokal dari Nigeria yaitu Isunikakiyan. Kultivar mutan tersebut memiliki kualitas pengolahan yang sangat baik dan memiliki kandungan bahan kering yang tinggi yaitu sekitar 40%.

Karakter Kualitatif Mutan Ubi Kayu Generasi M1V4

Karakter kualitatif adalah karakter yang dikendalikan oleh gen sederhana (satu atau dua gen) dan tidak atau sedikit sekali dipengaruhi oleh lingkungan (Syukur *et al.*, 2015). Karakter kualitatif diamati pada tiga bagian tanaman yaitu pucuk, daun, dan batang. Secara keseluruhan genotipe mutan-mutan ubi kayu generasi M1V4 mengalami perubahan pada beberapa karakter morfologi tanaman dibandingkan dengan genotipe asalnya.

Karakter warna daun pada genotipe mutan Jame-jame dan Ratim tidak menunjukkan perubahan dibandingkan genotipe asalnya yaitu berwarna hijau muda. Hal tersebut juga ditemukan pada genotipe mutan UJ-5 dan Malang-4 yang tetap berwarna hijau tua. Beberapa genotipe mutan Adira-4 mempunyai perbedaan warna daun dibandingkan genotipe asalnya yaitu terjadi perubahan dari warna hijau tua menjadi warna hijau muda. Menurut Khumaida *et al.* (2015a) iradiasi sinar gamma dapat menyebabkan mutasi morfologi pada daun ubi kayu di generasi M1V1 dan karakter warna daun berkorelasi positif dengan bobot umbi ubi kayu.

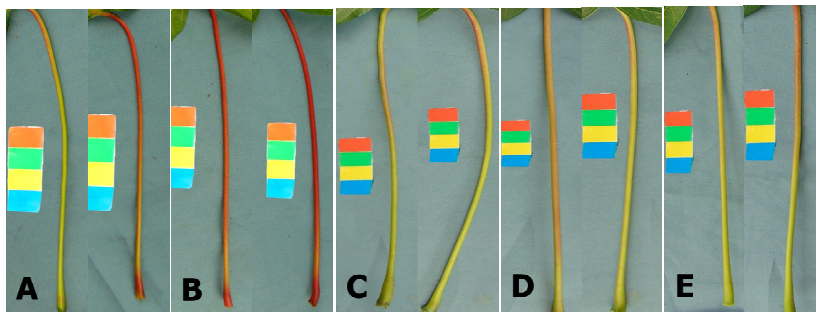


Gambar 1. karakter warna daun dari genotipe asal (gambar atas) dan genotipe mutan (gambar bawah); (A) Jame-jame, (B) Ratim, (C) UJ-5, (D) Malang-4, dan (E) Adira-4

Karakter warna tangkai daun mutan-mutan ubi kayu generasi M1V4 secara keseluruhan memiliki keragaman fenotipe yang berbeda dibandingkan dengan genotipe asalnya. Genotipe asal Jame-jame memiliki warna tangkai hijau kemerahan dan terjadi perubahan pada semua genotipe mutan menjadi warna merah. Genotipe asal Ratim memiliki warna tangkai merah dan terjadi perubahan pada beberapa genotipe mutan menjadi warna ungu. Semua genotipe mutan UJ-5 memiliki warna tangkai yang sama

dengan genotipe asalnya yaitu hijau kemerahan. Mayoritas genotipe mutan Malang-4 memiliki warna tangkai yang sama dengan genotipe asalnya yaitu merah kehijauan namun ada juga beberapa genotipe mutan yang berubah menjadi warna hijau kemerahan. Hal tersebut juga ditemukan pada beberapa genotipe mutan Adira-4 yang mengalami perubahan warna tangkai menjadi merah kehijauan dibandingkan dengan genotipe asalnya yang berwarna hijau kemerahan.

Gambar 2. karakter warna tangkai dari genotipe asal (gambar kiri) dan genotipe mutan

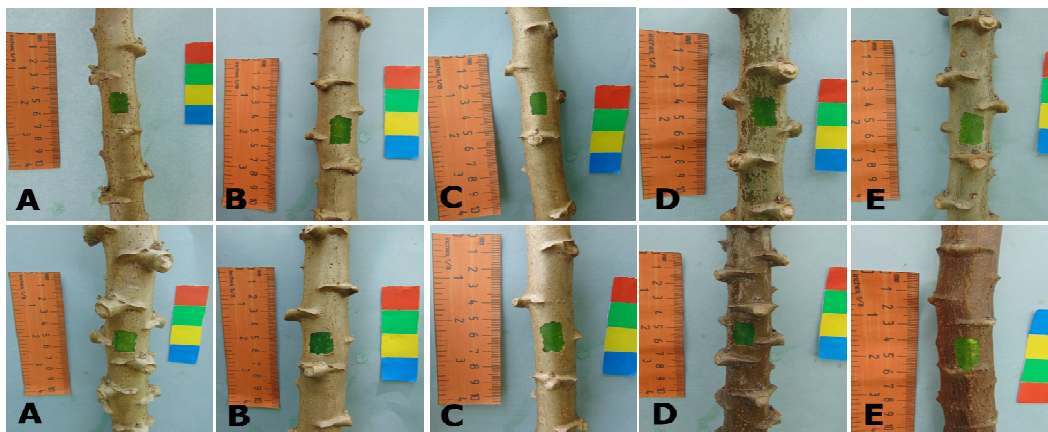


(gambar kanan); (A) Jame-jame ,(B) Ratim, (C) UJ-5, (D) Malang-4, dan (E) Adira-4

Pengamatan karakter warna luar batang mutan ubi kayu juga memiliki keragaman fenotipe dibandingkan dengan genotipe asalnya. Karakter warna luar batang genotipe asal Jame-jame yaitu coklat muda dan terjadi perubahan pada beberapa genotipe mutan menjadi warna silver. Semua genotipe mutan Ratim dan UJ-5 memiliki warna luar batang yang sama dengan genotipe asalnya yaitu silver. Genotipe asal Malang-4 dan Adira-4 mempunyai warna luar batang yang sama yaitu abu-abu kemudian pada beberapa genotipe mutan mengalami perubahan warna menjadi coklat tua.

Karakter warna korteks batang genotipe asal Jame-jame yaitu hijau tua dan terjadi perubahan pada beberapa genotipe mutan menjadi warna hijau muda. Genotipe asal Ratim memiliki warna korteks batang hijau muda dan terjadi perubahan pada beberapa genotipe mutan menjadi warna hijau tua. Semua genotipe mutan UJ-5 dan Adira-4 memiliki warna korteks batang yang sama dengan genotipe asalnya yaitu hijau muda. Mayoritas genotipe mutan Malang-4 juga memiliki warna korteks batang yang sama dengan genotipe asalnya yaitu hijau muda namun ada juga genotipe mutan yang berubah menjadi warna hijau tua.

Gambar 3. karakter warna luar batang dan warna korteks batang dari genotipe asal



(gambar atas) dan genotipe mutan (gambar bawah); (A) Jame-jame, (B) Ratim, (C) UJ-5, (D) Malang-4, dan (E) Adira-4

Korelasi Antar Karakter Morfologi dan Hasil

Daya hasil merupakan karakter kuantitatif yang sangat dipengaruhi oleh berbagai karakter tanaman yang terkait dengan daya hasil. Keeratan hubungan antara karakter daya hasil dengan karakter lain yang mempengaruhi daya hasil dapat diduga dengan menghitung nilai koefisien korelasi antara kedua karakter tersebut. Hasil analisis korelasi menunjukkan bahwa bahwa karakter hasil bobot umbi per tanaman berkorelasi sangat nyata dan positif terhadap karakter tinggi tanaman dan diameter batang. Menurut Putri et al. (2013) karakter tinggi tanaman memiliki korelasi dengan jumlah daun sehingga tanaman dengan keragaan yang tinggi akan memiliki daun yang banyak sehingga membantu dalam proses pengisian umbi.

Tabel 5. Korelasi antar karakter kuantitatif mutan ubi kayu hasil iradiasi sinar gamma generasi M1V4

	Tinggi Tanaman (cm)	Diameter Batang (cm)
Diameter Batang (cm)	0,519**	
Bobot Umbi (kg)	0,722**	0,611**
Keterangan : ** = berkorelasi sangat nyata pada taraf 1%		

SIMPULAN DAN SARAN

Simpulan

Keragaman karakter morfologi dan hasil masih ditemukan pada mutan-mutan ubi kayu hasil iradiasi sinar gamma generasi M1V4. Karakter yang berkorelasi positif dengan bobot umbi meliputi karakter tinggi tanaman dan diameter batang. Genotipe mutan yang memiliki bobot umbi lebih dari 8 kg per tanaman adalah G5D1-1213, G5D1-2121, G5D2-4222, dan G5D1-133 sehingga genotipe tersebut dapat dikategorikan sebagai mutan potensial.

Saran

Genotipe mutan yang memiliki hasil potensial pada karakter hasil panen sebaiknya dilakukan pengujian lebih lanjut yaitu pengujian daya hasil pada generasi selanjutnya. Genotipe mutan lainnya yang belum memenuhi kriteria potensial perlu ditanam kembali pada generasi selanjutnya dengan pemeliharaan yang lebih intensif sehingga mampu memberikan hasil panen yang maksimal.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penelitian ini mendapatkan dana hibah kompetitif dari Direktorat Riset dan Pengembangan Masyarakat (DRPM) Direktorat Jenderal Penguatan Riset dan Pengembangan Kementerian Riset Teknologi dan Pendidikan Tinggi.

DAFTAR PUSTAKA

- Agustina F.A. 2016. Pertumbuhan Vegetatif dan Hasil Beberapa Mutan Ubi Kayu (*Manihot esculenta* Crantz.) Hasil Iradiasi Sinar Gamma Generasi M1V3. Skripsi. Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Asare, E., O. Safo-Kantanke. 1997. Improvement of cassava cooking quality through mutation breeding. IAEA-TECDOC. 951: 19-24
- Badan Pusat Statistik. 2016. Produksi dan luas panen ubi kayu di Indonesia periode 2005-2015. <https://www.bps.go.id/Subjek/view/id/53>. [24 September 2016]
- Pusat Penelitian dan Pengembangan Tanaman Pangan. 2012. Deskripsi varietas unggul ubi kayu. Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian. <http://pangan.litbang.pertanian.go.id/varietas-5.html>. [20 September 2016]
- Dianasari M. 2014. Keragaan dan Keragaman Mutan Tanaman Ubi Kayu (*Manihot esculenta* Crantz) Hasil Iradiasi Sinar Gamma serta Pendugaan Heritabilitas. Skripsi. Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Fahreza A. 2014. Karakterisasi Morfologi dan Pertumbuhan Beberapa Genotipe Ubi Kayu (*Manihot esculenta* Crantz) Hasil Induksi Mutasi menggunakan Iradiasi Sinar Gamma. Skripsi. Institut Pertanian Bogor. Bogor.

- Fukuda, W.M.G., C.L. Guevara, R. Kawuki, M.E. Ferguson. 2010. Selected Morphological and Agronomic Descriptors for The Characterization of Cassava. International Institute of Tropical Agriculture (IITA). Ibadan, NG
- Kementerian Pertanian. 2015. Outlook komoditas pertanian subsektor tanaman pangan ubi kayu. Pusat Data dan Informasi Pertanian. Jakarta
- Khumaida N., S. Maharani, S.W Ardie. 2015a. The leaf color performance on several lines of cassava and its relation with tuber yield as early reference. *Procedia Environmental Sciences*. 24: 39-46.
- Khumaida N., S.W Ardie, M. Dianasari, M. Syukur. 2015b. Cassava (*Manihot esculenta* Crantz.) improvement through gamma irradiation. *Procedia Food Science*. 3: 27-34.
- Maharani S. 2015a. Iradiasi Sinar Gamma pada Lima Genotipe Ubi Kayu (*Manihot esculenta* Crantz.) dan Pengujian Awal Stabilitas Mutan. Tesis. Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Maharani S., N. Khumaida, S.W Ardie, M. Syukur. 2015b. Radiosensitivitas dan keragaman ubi kayu (*Manihot esculenta* Crantz.) hasil iradiasi sinar gamma. *J. Agron. Indonesia*. 43 (2): 111-117.
- Putri DI, Suryata, E. Yuliadi , S.D. Utomo. 2013. Keragaman karakter agronomi klon-klon F1 ubi kayu keturunan tetua betina UJ-5, CMM 25-27 dan Mentik Uran. *J. Agrotek Tropika*. 1 (2): 1-7.
- Syukur M., S. Sujiprihati. R. Yuniarti. 2015. Teknik Pemuliaan Tanaman. Penebar Swadaya. Jakarta
- Tonukari, N.J. 2004. Cassava and the future of starch. *Electronic Journal of Biotechnology*. 7 (1): 5-8.

B - 03**UJI AKTIVITAS ENZIM SELULASE DAN AMILASE PADA BAKTERI EM-4
(EFFECTIVE MICROORGANISM 4)****Yani Suryani¹, Iman Hernaman², Isma Nurul Hasanah¹**¹*Jurusan Biologi Fakultas Sains dan Teknologi, UIN Sunan Gunung Djati Bandung
Jl. A.H Nasution No.105 Cibiru, Bandung, Jawa Barat 40614*²*Fakultas Peternakan Universitas Padjajaran
Jl. Raya Bandung sumedang Km. 21, Jatinangor, Jawa Barat 45363
E-mail : iman_hernaman@yahoo.com²***Abstrak**

Efective microorganism 4 (EM-4) merupakan kultur campuran mikroorganisme yang menguntungkan. EM-4 mengandung 90% bakteri *Lactobacillus* sp., pelarut fosfat, bakteri fotosintetik, *Streptomyces* sp., jamur pengurai selulosa dan ragi. EM-4 dapat mencerna selulose, pati, gula, protein, lemak. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui indeks aktivitas enzim selulase dan amilase pada mikroorganisme EM-4.

Penelitian ini dilakukan secara deskriptif dengan mengamati aktivitas enzim selulase dan amilase menggunakan metode zona bening dengan menggunakan pewarnaan *congo red* pada media CMC dan iodin pada media pati. Selain itu, dilakukan beberapa variasi konsentrasi EM-4 yaitu dengan konsentrasi 20%, 60% dan 100%. Serta perlakuan suhu 12°C, 27°C dan 42°C.

Indeks aktivitas enzim selulase paling tinggi adalah EM-4 dengan konsentrasi 100% pada suhu 12°C dan memiliki aktivitas yang baik pada suhu 42°C untuk semua konsentrasi, sedangkan indeks aktivitas enzim amilase paling tinggi adalah EM-4 dengan konsentrasi 60% pada suhu 27°C dan memiliki aktivitas yang baik pada suhu 42°C pada semua konsentrasi.

Kata kunci: Amilase, EM-4 (*Efective Microorgnism -4*), Selulase, Zona bening

PENDAHULUAN

Produk ternak merupakan sumber gizi utama untuk pertumbuhan dan kehidupan manusia. Namun, produk ternak akan menjadi tidak berguna dan membahayakan kesehatan apabila tidak aman. Oleh karena itu, keamanan pangan asal ternak bagi manusia merupakan persyaratan mutlak yang tidak dapat ditawar-tawar lagi (Darminto dkk., 2001).

Guna mendapatkan ternak ataupun produk ternak yang berkualitas, maka perlu adanya perhatian khusus terhadap keadaan ternak. Pakan ternak yang memiliki gizi dan nilai nutrisi yang baik merupakan salah satu hal yang harus diperhatikan untuk menjaga

kondisi ternak agar selalu berada dalam keadaan baik.

Pakan merupakan salah satu faktor yang sangat penting dalam menunjang kesehatan, pertumbuhan, dan reproduksi domba. Bahan pakan yang dapat diberikan pada domba terdiri dari dua jenis yaitu hijauan dan konsentrat (Murtidjo, 1993 *dalam* Hafied, 2010). Jumlah konsumsi pakan merupakan faktor penentu paling penting yang menentukan jumlah nutrien yang didapat oleh ternak dan berpengaruh terhadap tingkat produksi (Prakkasi, 1999).

Semakin sulitnya dan semakin tingginya harga pakan ternak, terutama ketika pada musim kemarau ketika sulitnya ditemukan tumbuhan hijau untuk pakan ternak, maka perlu adanya alternatif pakan ternak agar memudahkan peternak maupun masyarakat untuk mendapatkan pakan ternak ketika pakan dari tumbuhan hijau sulit ditemukan. Pemanfaatan mikroorganisme merupakan salah satu alternatif yang sudah banyak digunakan. Bioaktivator EM-4 merupakan alternatif yang sering digunakan dalam fermentasi menggunakan mikroorganisme terpilih. Menurut Rahayu dan Nurhayati (2005), penggunaan mikrobia terpilih EM-4 dapat mempercepat dekomposisi bahan organik dari tiga bulan menjadi 7-14 hari. EM-4 mengandung 90% bakteri *Lactobacillus* sp., pelarut fosfat, bakteri fotosintetik, *Streptomyces* sp, jamur pengurai selulosa dan ragi. EM-4 merupakan suatu tambahan untuk mengoptimalkan pemanfaatan zat-zat makanan karena bakteri yang terdapat dalam EM-4 dapat mencerna selulosa, pati, gula, protei dan lemak (Surung, 2008).

Bakteri selulolitik mampu menghidrolisis kompleks senyawa selulosa menjadi oligosakarida yang lebih sederhana misalnya glukosa yang digunakan sebagai sumber karbon dan nutrisi bagi pertumbuhannya (Ibrahim dan Elwinny (2007) *dalam* Nugraha dkk., 2014). Sedangkan amilase merupakan salah satu enzim hidrolitik yang memiliki kemampuan untuk memutuskan ikatan glikosida pada amilum. Hasil hidrolisisnya berupa molekul-molekul yang lebih kecil seperti glukosa, maltosa, dan dekstrin. Amilase dapat menghidrolisis amilum melalui tiga tahapan utama yaitu gelatinisasi, likuifikasi, dan sakarifikasi. Ketiga proses tersebut mempunyai tingkat konsumsi energi yang tinggi.

METODE PENELITIAN

Bahan dan Metode

Lokasi dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Mikrobiologi Universitas Islam Negeri Sunan Gunung Djati Bandung. Waktu penelitian dilaksanakan pada bulan Juni-Juli 2016.

Alat dan Bahan Penelitian

Alat yang digunakan pada penelitian ini adalah cawan petri, pipet tetes, pembakar bunsen dan jangka sorong, autoklaf, inkubator, oven, gelas ukur, gelas kimia 250 mL, Erlenmeyer, batang pengaduk, spatula, *hot plate*, dan laminar air flow. Sedangkan bahan yang digunakan pada penelitian ini adalah EM-4, gula merah, alkohol, aquadest, *Congo red*, CMC, amilum, pepton, yeast ekstrak, $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$, $\text{FeO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$, NaCl, agar, MgSO_4 , KNO_3 , K_2HPO_4 , FeSO_4 , CaCl_2 , glukosa, dan bacterial agar.

Aktivasi EM4

EM-4 yang digunakan adalah EM-4 pada setiap volume 1 Liter mengandung *Lactobacillus casei* $1,5 \times 10^6$ cfu/ml, *Saccharomyces cereviceae* $1,5 \times 10^6$ cfu/ml, dan *Pseudomonas palutris* $1,5 \times 10^6$ cfu/ml. EM-4 terlebih dahulu diaktifkan yaitu dengan mencampurkan sebanyak 30 mL EM-4 dengan 30 gram gula merah sebagai nutrisi bakteri, kemudian ditambah akuadest steril sampai 1000 mL dalam Erlenmeyer, dan disimpan pada suhu ruang dengan kondisi anaerob selama 24 jam (Islamiyati, 2014).

Aktivitas enzim selulase

Media agar CMC 1% yang telah dipersiapkan, dilakukan penuangan ke dalam cawan petri masing-masing sebanyak 20 mL. Kemudian EM-4 yang telah diaktivasi disimpan dengan metode tetes pada media. Setelah itu, dilakukan inkubasi selama 48 jam pada berbagai suhu. Zona bening dideteksi dengan *congo red* 0,1% selama 15 menit dan kemudian dibilas dengan NaCl 1 M. Adapun perhitungan terhadap indeks aktivitas selulase dengan menggunakan perhitungan sebagai berikut:

$$IS = \frac{db - dz}{db}$$

Keterangan:

IS= Indeks Selulase

db= diameter koloni bakteri

dz= diameter zona bening

Suhu inkubasi yang digunakan adalah pada suhu 12°C, 27°C dan 42°C. sedangkan EM-4 yang digunakan adalah beberapa variasi konsentrasi EM4, yaitu konsentrasi 20%, 60% dan 100%.

Aktivitas enzim amilase

Seleksi bakteri amilolitik dilakukan dengan cara menumbuhkan bakteri dalam media pati 1% , diinkubasi selama 2x24 jam. Selanjutnya, iodin ditambahkan pada permukaan bakteri dan diamati pembentukan zona bening di sekitar koloni bakteri. Bakteri yang positif bersifat amilolitik akan membentuk zona bening di sekitar koloni, sedangkan bakteri yang tidak bersifat amilolitik tidak membentuk zona bening pada sekitar koloni Menurut Utari (2010), pengukuran indeks aktivitas enzim amilase dilakukan dengan rumus:

$$IA = \frac{dz - db}{db}$$

Keterangan:

IA= Indeks Amilase

db= diameter koloni bakteri

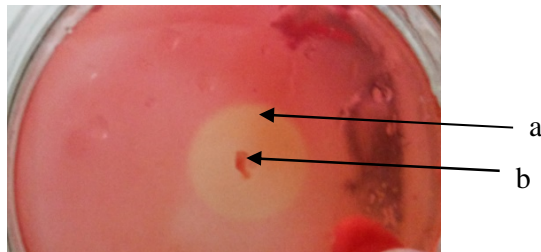
dz= diameter zona bening

Suhu inkubasi yang digunakan adalah pada suhu 12°C, 27°C dan 42°C. sedangkan EM4 yang digunakan adalah beberapa variasi konsentrasi EM4, yaitu konsentrasi 20%, 60% dan 100%.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Media yang digunakan untuk menumbuhkan bakteri dengan aktivitas enzim selulase adalah media selektif untuk bakteri selulolitik. Sedangkan selulosa yang digunakan pada media ini merupakan media *carboxymethyl cellulose* 1%. Menurut Alam dkk. (2004) dalam Rahayu dkk. (2014) *Carboxymethyl Cellulose* (CMC) dengan konsentrasi 1% merupakan substrat terbaik untuk menginduksi sintesis enzim selulolitik

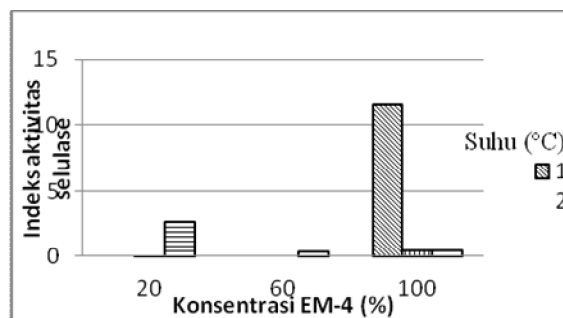
ekstraseluler. Zona bening yang terbentuk menunjukkan terjadinya aktivitas enzim selulase pada media CMC (Gambar 1).



Gambar 1. Zona bening pada media CMC

a) zona bening b) koloni bakteri

Media pertumbuhan aktivitas enzim selulase yang akan dihitung indeks aktivitasnya terlebih dahulu dengan dilakukan pewarnaan menggunakan *congo red*. Menurut Hartanti (2010), media CMC yang terhidrolisis oleh enzim selulase jika digenangi oleh pewarna *congo red* tidak akan terwarnai. Interaksi ini berlangsung secara non-kovalen. *Congo red* dijadikan indikator terjadinya degradasi β -D-glukan dalam media agar.



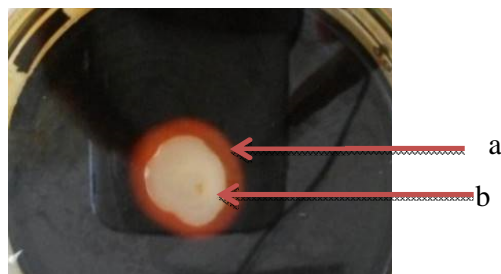
Gambar 2. Indeks aktivitas selulase

EM-4 dengan konsentrasi 100% dan perlakuan suhu 12°C memiliki nilai indeks aktivitas enzim selulase yang paling tinggi (Gambar 2), yaitu dengan indeks aktivitas sebesar 11,48. Pada konsentrasi lainnya yang disimpan pada penyimpanan suhu 12°C tidak mengalami pertumbuhan bakteri sehingga tidak ada indeks aktivitas enzim selulase pada konsentrasi EM-4 tersebut. Sedangkan enzim selulase yang berada pada suhu 42°C memiliki indeks aktivitas yang cukup baik. Pada suhu pertumbuhan tersebut bakteri EM4 dengan konsentrasi 20%, 60% dan 100% dapat membentuk zona bening. Namun indeks aktivitas paling tinggi terdapat pada EM-4 dengan konsentrasi 20%. Hasil yang didapatkan sesuai dengan penelitian Maesaroh (2009) yang menyatakan

bahwa suhu paling optimum untuk aktivitas enzim selulase pada ampas tebu adalah 40°C.

Pada penelitian Kanti (2005) diketahui bahwa isolat *Actinomycetes* dari genus *Streptomyces* yang berasal dari Taman Nasional Bukit Duabelas memiliki kemampuan dalam melakukan Aktivitas enzim selulase. Hal tersebut juga sesuai dengan penelitian Agustiyani dkk., (2014) bahwa 10 isolat *Actinomicetes* yang di uji aktivitas enzim kitinase, protease dan selulase tujuh diantaranya memiliki aktivitas enzim selulase yang sangat baik. Tetapi aktivitas enzim tersebut masih relatif rendah jika dibandingkan dengan aktivitas enzim kitinase.

Isolate bakteri selulolitik dari kelompok *Actinomycetes* mampu melakukan aktivitas selulase. Pemanfaatan bakteri ini untuk untuk mempercepat pengomposan jerami padi berhasil mempercepat penurunan C/N rasio selama 30 hari, lebih cepat dibandingkan hasil penelitian sebelumnya yang membutuhkan waktu hingga 6 minggu (Sabaya, 2012).



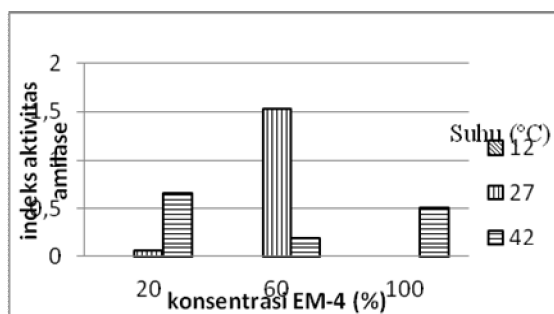
Gambar 3. Zona bening pada media pati

a) zona bening b) koloni bakteri

Media untuk penentuan aktivitas enzim amilase merupakan media pati 1%, dimana pati yang digunakan pada media ini adalah berupa amilum. Medium selektif dengan pati merupakan satu-satunya sumber karbon (Petti dkk., 2005). Media selektif amilase tersebut setelah dilakukan inkubasi dilakukan pewarnaan terhadap terbentuk atau tidaknya zona bening untuk penentuan nilai indeks amilase dengan iodin. Terbentuknya zona bening disekitar koloni menandakan bahwa bakteri tersebut mampu menghasilkan enzim amilase (Dali dkk., 2013).

Dalam hal ini mikroba yang berperan dalam terbentuknya zona bening pada media pati tersebut merupakan bakteri *Rhodopseudomonas palutris*. Hal tersebut

mengacu pada penelitian Ismail (2013), *Rhodopseudomonas palutris* memiliki kemampuan melakukan aktivitas enzimatik dalam pengomposan buah tandan kosong yang merupakan limbah dari kelapa sawit. Nilai enzim amilase didapatkan memiliki aktivitas yang paling tinggi pada setiap masing-masing proses degradasi.



Gambar 4. Indeks aktivitas amilase

Hasil terbaik diperoleh pada suhu 42°C, yaitu dengan konsentrasi EM-4 20%, 60% dan 100% (Gambar 4). Sedangkan pada suhu ruang atau suhu 27°C indeks amilase hanya didapatkan pada media dengan konsentrasi EM-4 60% yaitu sebesar 1,53. Pada inkubasi suhu 12°C tidak ada media yang menunjukkan terbentuknya zona bening, baik pada konsentrasi 20%, 60% maupun pada konsentrasi EM4 100%. Hal tersebut menunjukkan bahwa bakteri amilolitik EM4 bukan merupakan bakteri yang hidup pada suhu rendah sehingga tidak mengalami pertumbuhan ketika dilakukan inkubasi pada media. Menurut Hadioetomo (2006) suhu yang sangat rendah pada praktisnya menghentikan aktivitas enzim tetapi tidak menghancurkannya.

Menurut Poedjiadi (1994), secara kimia hidrolisis pati terjadi pada pemanasan dengan asam encer yang secara berturut-turut terbentuk amilodekstrin. Amilodekstrin memberikan warna biru dengan penambahan iodium, sedangkan maltosa dan glukosa tidak memberi warna dengan penambahan iodium.

SIMPULAN DAN SARAN

Simpulan

1. Pada penelitian terhadap aktivitas enzim amilase dan selulase pada bakteri EM4 diketahui positif terjadi aktivitas enzim selulase maupun amilase dengan terbentuknya zona bening disekitar koloni.

2. Indeks aktivitas enzim selulase yang paling tinggi terdapat pada EM4 dengan konsentrasi 100% yang disimpan pada suhu 12°C dan memiliki pertumbuhan yang baik pada suhu 42°C pada semua konsentrasi EM4.
3. Indeks aktivitas enzim amilase paling tinggi adalah EM4 dengan konsentrasi 60% pada suhu 27°C dan memiliki pertumbuhan yang baik pada suhu 42°C pada semua konsentrasi.

Saran

Pada penelitian selanjutnya dapat dilakukan penelitian pengujian indeks aktivitas enzim selain dari aktivitas enzim selulase dan amilase, serta dengan variasi konsentrasi EM4 dan suhu yang lebih bervariasi.

DAFTAR PUSTAKA

- Agustiyani, D., A. Nditasari., N. Laili., S. Antonius. 2014. Penapisan dan identifikasi bakteri agens biokontrol penyakit layu Fusarium hasil isolasi dari Rhizosfer Pisang. *Jurnal Fitopatologi Indonesia* ISSN: 2339-2479 Vol 10(1): hal 29
- Dali, S., R. Arfah., A. Karim., A.R. Patong. 2013. Eksplorasi Enzim Amilase dari Mikroba yang Diisolasi dari Sumber Air Panas di Sulawesi Selatan dan Aplikasinya dalam Produksi Maltodekstrin [Thesis] Universitas Hasanudin. Makassar. Hal. 27
- Darminto dan S. Bahri. 2001. “Mad Cow” dan penyakit sejenis lainnya pada hewan dan manusia. *Jurnal Penelitian dan Pengembangan Pertanian* Vol 15(4)
- Hadioetomo, R.S. 2006. Dasar-Dasar Mikrobiologi. Jakarta. UI Press.
- Hafied. 2010. Pengaruh Suplementasi Probiotik Cair EM4 Terhadap Performan Domba Lokal Jantan. *Skripsi*. Fakultas Peternakan Universitas Sebelas Maret. Surakarta. Hal.8
- Hartanti. 2010. Isolasi dan Seleksi Bakteri Selulolitik Termofilik dari Kawah Air Panas Gunung Pancar Bogor [Skripsi]. Bogor: Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Institut Pertanian Bogor.
- Islamiyati, R. 2014. Nilai nutrisi campuran feses sapi dan beberapa level ampas kelapa yang difermentasikan dengan EM4. *Bulletin Nutrisi dan Makanan Ternak* Vol 10(1): hal 43
- Ismail, N.M.H.B. 2013. Enzymatic Activities Of Inoculated *Rhodopseudomonas Palustris* In Composting Empty Fruit Bunch. *Thesis*. Faculty of Chemical Engineering Universiti Teknologi Malaysia. Malaysia.
- Nugraha, T. Ardyati., Suharjono. 2014. Eksplorasi bakteri selulolitik yang berpotensi sebagai agen *bio-fertilizer* dari tanah perkebunan apel Kota Batu, Jawa Timur. *Jurnal Biotropika* 2(3)
- Petti, C.A., C.R. Polage., P. Schreckenberger. 2005. The role of 16s gens sequencing in
-

- identification of microorganisms misidentified by conventional methods.
Journal Clin Microbiol Vol 43(12)
- Poedjiadi, A dan F.M.T. Supriyanti. 1994. *Dasar-Dasar Biokimia*. Universitas Indonesia Press. Jakarta.
- Prakkasi, A. 1987. *Ilmu Nutrisi Makanan Ternak*. Fakultas Peternakan IPB. Bogor
- Rahayu, A.G., Y. Haryati., P. Fifi. 2014. Uji aktivitas selulolitik dari tiga isolat bakteri *Bacillus* sp. galur lokal Riau. *JOM FMIPA* Vol 1(2): hal 324
- Rahayu, M.S dan Nurhayati. 2005. Penggunaan EM-4 dalam Pengomposan limbah teh padat. *Jurnal Penelitian Bidang Ilmu Pertanian* Vol 3(2)
- Sabaya, Dharma. 2012. Potensi Isolat Bakteri Selulolitik untuk Produksi Dekomposer. *Skripsi*. Program Studi Kimia Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Pakuan. Bogor. Hal 27
- Surung, M.Y. 2008. Pengaruh Dosis EM4 (Effective Microorganisms-4) dalam air minum terhadap berat badan Ayam Buras. *Jurnal Agrisitem* Vol 4(2)

B - 04

**PENGARUH POSTER TERHADAP PENINGKATAN PENGETAHUAN PETANI
TENTANG USAHATANI KONSERVASI DI KECAMATAN
BANGUNTAPAN KABUPATEN BANTUL**

Ir. Daru Retnowati, M.Si

*Jurusan Sosial Ekonomi Pertanian (Agribisnis)
Fakultas Pertanian UPN"Veteran" Yogyakarta*

Abstrak

Poster merupakan media komunikasi massa untuk mendiseminasikan informasi pertanian dalam meningkatkan pengetahuan petani tentang usahatani konservasi. Pola usahatani konservasi bisa diterapkan melalui sistem penanaman ganda (*multiple cropping*) dan sistem pertanian terpadu. Penelitian bertujuan untuk: 1) menentukan jenis gambar poster yang sesuai dan dapat meningkatkan pemahaman petani terhadap isi pesan poster tentang usahatani konservasi, 2) mendapatkan pola perpaduan antara gambar dan teks yang efektif untuk membantu meningkatkan pengetahuan petani atas pesan poster tentang usahatani konservasi, 3) menganalisis pengaruh kombinasi antara pola perpaduan Gambar-Teks dan jenis gambar poster, untuk mendapatkan kombinasi yang terbaik bagi peningkatan pengetahuan petani tentang usahatani konservasi.

Penelitian menggunakan metode eksperimen desain 2 x 3 faktorial. Subyek penelitian sebanyak 60 orang. Analisis data menggunakan uji t-student dan analisis ragam, dilanjutkan uji wilayah berganda Duncan.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa poster dengan gambar foto maupun gambar dominan cukup efektif meningkatkan pengetahuan petani tentang usahatani konservasi di Kecamatan Banguntapan Kabupaten Bantul.

Kata Kunci: Poster, Pengetahuan Petani, Usahatani Konservasi

PENDAHULUAN

Poster sebagai medium komunikasi termasuk media cetak yang cukup efektif untuk mendiseminasikan informasi karena pesan yang disertai gambar yang besar mudah dimengerti dengan melihatnya sepiintas lalu. Dengan gambar yang besar disertai pesan yang jelas diharapkan dapat menarik perhatian khalayak sehingga akan membawa kepada komunikasi yang efektif dan akrab.

Untuk diseminasi informasi tentang usahatani konservasi melalui poster, diperlukan suatu rancangan pesan yang diperkirakan dapat memudahkan pembacanya

untuk mengingat isi pesan yang dibaca. Rancangan pesan gambar dan pola perpaduan gambar dan teks poster yang dikembangkan sesuai dengan kemampuan petani, diharapkan dapat meningkatkan pengetahuan petani setelah membaca poster ini. Atas pertimbangan tersebut, permasalahan dalam penelitian ini adalah sejauh mana pengaruh pola perpaduan gambar dan teks poster terhadap peningkatan pengetahuan petani tentang usahatani konservasi di kecamatan Banguntapan kabupaten Bantul.

Penelitian ini diadakan dengan tujuan :

1. Untuk menentukan jenis gambar poster yang sesuai dan dapat meningkatkan pemahaman petani terhadap isi pesan poster tentang usahatani konservasi.
2. Untuk mendapatkan pola perpaduan antara gambar dan teks yang efektif, yang dapat membantu meningkatkan pengetahuan petani atas pesan poster tentang usahatani konservasi.
3. Menganalisis pengaruh kombinasi antara pola perpaduan gambar teks dan jenis gambar poster, untuk mendapatkan kombinasi yang terbaik bagi peningkatan pengetahuan petani tentang usahatani konservasi.

Adapun kegunaan dari penelitian ini adalah:

1. Memberikan sumbangan pemikiran bagi petani sehingga diharapkan dapat meningkatkan pengetahuannya tentang usahatani konservasi.
2. Memberikan sumbangan bagi para pengambil kebijakan dalam hal merumuskan dan mengembangkan strategi komunikasi melalui poster untuk penyuluhan di daerah perdesaan lainnya di Indonesia.
3. Bermanfaat untuk mengembangkan ilmu komunikasi pembangunan pertanian dan perdesaan bagi para peneliti dalam bidang yang sama.

Poster Sebagai Medium Komunikasi Cetak

Poster sebagai medium komunikasi termasuk jenis media cetak, yang, mempunyai beberapa sifat yang menguntungkan seperti dapat menarik perhatian, dapat bertahan lama., dapat mencapai khalayak yang luas, dapat mencapai khalayak yang khusus, dapat menunjang program komunikasi yang lain, murah dan mudah dalam pembuatan dan penyebarannya. (Berndtson *et. al*,1975:5).

Jenis Gambar Pada Poster

Gambar dapat membangkitkan rasa ingin tahu pembaca sehingga akan mengantarkan kepada penerimaan informasi verbal. Menurut Turnbull dan Baird (1980:253) memperhatikan: ide (*content*) simbol yang disajikan, banyaknya unsur-unsur yang digunakan, pentingnya elemen-elemen yang mengandung informasi, serta susunan penyajiannya.

Berdasarkan atas banyaknya stimuli dan tingkat realisme yang terdapat pada ilustrasi visual dari yang rendah sampai tinggi yaitu (1) *Simple Line Representation* (2) *Drawing (detailed and shaded)* (3) *Photographs of a model* (4) *Realistic Photographs* maka dalam poster ini dapat digunakan gambar foto (*realistic photograph*) lukisan atau gambar lukisan (*realistic drawing*). (Dwyer, 1978:9).

Pola Perpaduan Gambar dan Teks Poster

Menurut Nugent (1982) dalam penelitiannya menunjukkan bahwa kombinasi gambar dan kata-kata memberikan pengaruh belajar yang lebih baik dibandingkan dengan visual saja. Poster sebagai media komunikasi untuk menyampaikan pesan dengan mengkombinasikan unsur-unsur gambar dan teks harus dirancang dengan seksama agar mampu menarik perhatian khalayak.

Usahatani Konservasi

Dalam praktek konservasi tanah, kedua cara diterapkan secara terpadu, seperti pembuatan teras dengan penanaman ganda dan sangat efektif dalam menekan laju erosi. Penerapan sistem pertanian terpadu integrasi ternak dan tanaman terbukti sangat efektif dan efisien dalam rangka penyediaan pangan masyarakat (Suntoro, 2016). Konservasi tanah mutlak sangat perlu untuk diperhatikan dan dilaksanakan secara kontinuitas (Kartasapoetra, 2010).

Hipotesis Penelitian

1. H1 :Nilai peningkatan pengetahuan petani tentang usahatani konservasi melalui poster dengan gambar foto lebih tinggi daripada nilai peningkatan pengetahuan petani melalui poster dengan gambar lukisan.
2. H2 :Nilai peningkatan pengetahuan petani tentang usahatani konservasi melalui poster dengan unsur gambar dominan lebih tinggi daripada nilai peningkatan pengetahuan petani melalui poster dengan unsur teks dominan.,
3. H3 :Nilai peningkatan pengetahuan petani tentang usahatani konservasi melalui poster yang menyajikan gambar dan teks secara seimbang lebih tinggi daripada nilai peningkatan pengetahuan petani melalui poster yang salah satu unsurnya dominan.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini merupakan suatu penelitian eksperimental dengan disain faktorial 2 X 3. Peubah bebas yang digunakan adalah : a) jenis gambar dengan dua taraf yaitu gambar foto dan gambar lukis, b) Pola perpaduan gambar-teks dengan tiga taraf yaitu Gambar Dominan, Gambar dan Teks Seimbang, Teks Dominan. Peubah tidak bebas yang diamati adalah peningkatan pengetahuan petani yang diperoleh dari selisih nilai setelah diberi perlakuan dan sebelum diberi perlakuan.

Penelitian ini melibatkan 6 sub kelompok tani yang seluruhnya berjumlah 60 petani di Desa Banguntapan Kecamatan Banguntapan Kabupaten Bantul. Penempatan unit-unit eksperimen ke dalam enam perlakuan dilakukan secara acak.

Data peningkatan pengetahuan petani dianalisis dengan uji t-student dan analisis ragam, yang dilanjutkan dengan uji wilayah berganda duncan (steel and Torrie, 1991).

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

Pengetahuan Awal Responden

Sebelum eksperimen terlebih dahulu dilakukan tes pengetahuan awal pada responden tentang usahatani konservasi pada seluruh unit penelitian. Hasil rata-rata responden tentang usahatani konservasi sebesar 5,5 (Tabel 1)

Tabel 1. Nilai Pengetahuan Awal Responden Menurut Kelompok Perlakuan.

Jenis gambar	Pola GD	Perpaduan GTS	Gambar-Teks TD	Rataan
Gambar Foto (GF)	5,7	5,8	5,9	5,8
Gambar Lukis(GL)	5,1	5,6	5,4	5,3
Rataan	5,4	5,7	5,6	5,5

Dari tabel tampak adanya perbedaan nilai rataan pengetahuan awal responden pada tiap versi perlakuan.

Untuk mengetahui apakah perbedaan pengetahuan awal responden tersebut berbeda nyata atau tidak, dilakukan analisis ragam eka arah yang hasilnya dapat dilihat pada tabel 2.

Tabel 2. Hasil Analisis Ragam Eka Arah Nilai Pengetahuan Awal Responden.

Sumber Keragaman	db	JK	KT	Fhit	F Tabel	
					0,05	0,01
Antar kelompok	5	4,2833	0,8566	0,30tn	2,37	3,34
Dalam kelompok	54	152,3000	2,8203			
Total	59					

Keterangan tn = Tidak nyata pada $P = 0,05$

Hasil analisis ragam pada tabel 2 menunjukkan bahwa rataan nilai pengetahuan awal keenam kelompok responden tersebut tidak berbeda nyata ($P=0,05$).

Berdasarkan hasil analisis tersebut dapat disimpulkan bahwa tingkat pengetahuan awal responden terhadap isi poster pada setiap kelompok perlakuan pada dasarnya sama.

Peningkatan Pengetahuan Responden

Untuk mengetahui peningkatan pengetahuan responden dilakukan perbandingan penilaian antara nilai pretes dan postes setelah membaca poster. Nilai rataan pengetahuan responden setelah membaca poster adalah 13,776, nilai tersebut lebih tinggi 8,183 dari pada nilai rataan pengetahuan awal responden sebesar 5,583.

Tabel 3. Hasil Uji t Student Nilai Rataan Pretes dan Postes Peningkatan Pengetahuan Responden.

<i>Nilai Rataan</i> <i>Pretes Postes</i>		t-Hitung	<i>t – Tabel</i> 0,05 0,01	db = 59
5,583	13,766	31,762**	1,645	1,282

Keterangan = ** berbeda sangat nyata ($P < 0,01$)

Hasil analisis nilai tengah Tabel 3. menunjukkan bahwa perbedaan yang sangat nyata ($P < 0,01$) antara hasil pretes dan postes. Hal ini bahwa pengetahuan responden pada isi poster tidak sama pada waktu sebelum dan sesudah membaca poster. Dengan demikian dapat dikemukakan bahwa penggunaan poster dalam penelitian ini cukup efektif untuk meningkatkan pengetahuan responden.

Dari hasil penelitian, ternyata setiap perlakuan baik perlakuan/jenis gambar (gambar foto dan gambar lukis), Pola perpaduan gambar-teks (Gambar Dominan, Gambar-Teks Seimbang, Teks Dominan) memberikan pengaruh yang berbeda terhadap peningkatan pengetahuan responden, hal ini dapat ditunjukkan pada tabel 4.

Tabel 4. Hasil Rataan Nilai Peningkatan Pengetahuan Responden Menurut Kelompok Perlakuan

Jenis gambar	Pola GD	Perpaduan GTS	Gambar-Teks TD	Rataan
Gambar Foto (GF)	9,800	8,500	7,200	8,500
Gambar Lukis (GL)	9,00	8,00	6,600	7,86
Rataan	9,40	8,25	6,900	8,18

Untuk membedakan apakah di antara setiap perlakuan serta interaksinya berbeda nyata atau tidak, perlu dianalisis dengan menggunakan analisis ragam dwi arah. (Tabel 5).

Tabel 5. Hasil Analisis Ragam Dwi Arah Nilai Peningkatan Pengetahuan Responden

Sumber Keragaman	db	JK	KT	F hitung	F Tabel	
					0,05	0,01
Grup (Kelompok)	5	68,883	13,766	4,48**	2,25	3,34
Jenis Gambar (A)	1	6,016	6,016	1,96 ^{tn}	4,00	7,08
Pola (B)	2	62,633	31,316	10,18**	3,15	4,98
Interaksi :						
Jenis Gambar dan Pola (AC)	2	0,233	0,116	0,04 ^{tn}	3,15	4,98
Galat	54	166,100	3,075			
Total	59	234,983				

Keterangan : ** = Sangat nyata ($P < 0,01$)

^{tn} = Tidak nyata ($P > 0,05$)

Hasil analisis ragam pada tabel tersebut menunjukkan bahwa rata-rata nilai peningkatan pengetahuan keenam kelompok responden tersebut berbeda sangat nyata ($P < 0,01$), yang berarti peningkatan pengetahuan responden terhadap isi poster pada dasarnya tidak sama.

Apabila dilihat dari jenis gambar berpengaruh tidak nyata terhadap peningkatan pengetahuan petani tentang usahatani konservasi ($P > 0,05$). Meskipun demikian nilai peningkatan pengetahuan petani yang membaca poster dengan gambar foto (8,500) lebih tinggi daripada nilai peningkatan pengetahuan petani yang membaca poster dengan gambar lukis (7,86). Hal ini karena poster dengan gambar foto lebih menarik perhatian, lebih mudah dipahami dan tidak memerlukan waktu yang lama untuk melihat dan membaca khususnya untuk petani yang pendidikannya terbatas.

Sedangkan faktor pola perpaduan Gambar-teks berpengaruh nyata, ($P < 0,01$) terhadap peningkatan pengetahuan petani yang membaca poster tentang usahatani konservasi. Berarti bahwa nilai peningkatan pengetahuan petani yang membaca poster dengan gambar dominan lebih tinggi daripada nilai peningkatan pengetahuan petani yang membaca poster dengan teks dominan maupun gambar teks seimbang. Sehingga poster dengan gambar dominan lebih efektif untuk diseminasi informasi tentang usahatani konservasi dan pada poster dengan teks dominan maupun gambar-teks seimbang. Berdasarkan hasil analisis tersebut, dapat disimpulkan bahwa hipotesis kedua dalam penelitian ini dapat diterima. Hal ini sesuai dengan pendapat White (1983:98)

bahwa gambar dapat membangkitkan rasa ingin tahu pembaca sehingga akan mengantarkan kepada penerimaan informasi verbal. Pembaca lebih tertarik pada gambar daripada teks. Gambar dimaksudkan untuk menangkap perhatian pembaca. Sedangkan “headline” akan memusatkan perhatian pembaca pada gagasan yang disampaikan.

Selanjutnya hasil analisis menunjukkan bahwa interaksi jenis gambar dan pola perpaduan gambar-teks tidak berpengaruh nyata terhadap peningkatan pengetahuan petani, berarti masing-masing faktor tersebut bekerja sendiri-sendiri dalam mempengaruhi peningkatan pengetahuan petani. Namun demikian dari hasil uji DMRT menunjukkan bahwa poster dengan kombinasi Gambar Foto dan Gambar Dominan (GF-GD) memperoleh nilai peningkatan pengetahuan tertinggi (9.800) dibandingkan dengan nilai yang diperoleh lima kelompok perlakuan yang lain yaitu petani yang membaca poster dengan kombinasi GF-TD, GF-GTS, GL-GD, GL-TD, GL-GTS.

Dengan memperhatikan juga pembahasan terdahulu tentang pengaruh masing-masing faktor di mana faktor : 1) jenis gambar tidak berpengaruh nyata, ($P>0,05$). 2) Pola perpaduan Gambar-Teks berpengaruh sangat nyata ($P<0,01$). 3) Interaksi jenis gambar dan pola perpaduan gambar-teks tidak berpengaruh nyata ($P>0,05$).

Tetapi poster dengan Gambar Foto memperoleh nilai lebih tinggi daripada poster dengan gambar lukis. Dari hasil penelitian terbukti pula bahwa poster dengan pola perpaduan Gambar Foto dan Gambar Dominan (GF-GD) akan dapat memperkuat pengaruh media poster tersebut terhadap peningkatan pengetahuan petani. Berdasarkan hasil penelitian itu dapat diketahui suatu disain poster yang dapat untuk diseminasi informasi tentang usahatani konservasi kepada para petani di Kabupaten Bantul yaitu Poster dengan Gambar Foto dan Gambar Dominan.

SIMPULAN DAN SARAN

Simpulan

Berdasarkan hasil penelitian ini, dapat dikemukakan beberapa kesimpulan sebagai berikut :

1. Media komunikasi poster dapat digunakan untuk mendiseminasikan informasi tentang usahatani konservasi kepada para petani di Kecamatan Banguntapan Kabupaten Bantul.
2. Poster dengan Gambar Foto lebih efektif dibandingkan dengan poster dengan gambar lukis untuk mendiseminasikan informasi tentang usahatani konservasi.
3. Pola perpaduan gambar dan teks berpengaruh nyata terhadap peningkatan pengetahuan petani yang membaca poster tentang usahatani konservasi.
4. Poster dengan Gambar Dominan lebih efektif diseminasi informasi tentang usahatani konservasi daripada poster dengan teks dominan maupun gambar-teks seimbang.
5. Poster dengan kombinasi Gambar Foto dan Gambar Dominan cukup efektif dalam meningkatkan pengetahuan petani tentang usahatani konservasi di Kecamatan Banguntapan Kabupaten Bantul.

Saran

Berdasarkan hasil penelitian ini dapat dikemukakan beberapa saran untuk keperluan dirancang pesan tentang usahatani konservasi di Kecamatan Banguntapan Kabupaten Bantul, sebagai berikut :

1. Memanfaatkan poster sebagai salah satu media penyebaran informasi tentang usahatani konservasi.
2. Sebaiknya poster dirancang dengan menggunakan pola perpaduan GambarTeks dengan kombinasi Gambar Foto dan Gambar Dominan.

DAFTAR PUSTAKA

- Berndtson Bjorn, Boque D.J., and G.Mc.Vicker, 1975 *Relevant Posters for Family Planning*, Media Monograph 4, Chicago :University of Chicago.
- Dwyer, Francis M. 1978 *Strategies for Improving Visual Learning*. Pennsylvani: Learning Services, Box 784, State College,
- Kartasapoetra, A.G., 2010. *Teknologi Konservasi Tanah dan Air*. Penerbit Rineka Cipta. Jakarta.
- Nugent. G.C., 1982 *Pictures, Audio, and Print : Symbolic Representation and Effect on Learning*. ECTY, Vol. 30, No. 3.
- Steel, R.G.D. and J.H. Torrie., 1991 *Principles and Procedures of Statistics*. Tokyo : Mc. Graw Hill Kagasuka, Ltd.
- Turnbull, A.T., and R.N. Baird. 1980. *The Graphics of Communication*. Fourth ed. New Yorks Holt, Rinechart and Winston,
- White, J.V., 1983 *Mastering Graphics*. New York, R.R. Bowker Company.
- Wongso Atmojo, Suntoro. 2016. *Pola Usaha Tani Konservasi*. Suntoro. Staff. uns.ac.id. (27 September 2016)

B-05

KEANEKARAGAMAN FITOPLANKTON SEBAGAI BIOINDIKATOR KUALITAS AIR SUNGAI CIKIJING RANCAEKEK

Ana Widiana ¹⁾, M. Agus Salim ²⁾ dan Doni Gustiawan Maulana ³⁾

*Jurusan Biologi Fakultas Sains dan Teknologi
Universitas Islam Negeri Sunan Gunung Djati Bandung
Email: doniidon94@gmail.com ³⁾*

Abstract

Cikijing River of Rancaekek located in West Java Province. Cikijing river is the tributary of Citarum river which across the industrial area. The high of human activity around the Cikijing river have the impact on the environmental pollution issue and the decline of water quality in the Cikijing River. This study aimed to know the existence of phytoplankton which enveloping the index of variety, abundance and also domination. Besides, this study is also aimed to know the quality of Cikijing water river based on biology's parameter.

This study used a survey method with determining sampling area with purposive sampling method by applying three times sampling on three observation stations that is determined based on environment factor. The stations are Station A industrial area, Station B housing and Station C rice field. The observation data analyzed by using index formula of simpson's variety, abundance and index domination simpson.

The result showed that phytoplankton community in the Cikijing River consist of 3 class of phytoplankton and divided into 19 genus. The biggest abundance is from Chlorophyceae class (3840 ind/L) with Chlorella as the dominant genus. The domination index value of phytoplankton is about 0,027-0,438 showed that domination index value is low. The variety index value of phytoplankton is about 0,276-0,347 and if it is connected with the shannon-wiener index then Cikijing River classified as badly polluted waters.

Keywords: Bioindicator, Phytoplankton, Variety.

PENDAHULUAN

Sungai Cikijing Rancaekek merupakan anak sungai dari Sungai Citarik dan pada akhirnya akan bermuara ke Sungai Citarum. Berdasarkan keputusan Gubernur Jawa Barat No.39 Tahun 2000 tentang peruntukan air pada Sungai Citarum dan anak-anak sungainya di Jawa Barat, Aliran Sungai Cikijing dimanfaatkan oleh masyarakat sekitar sebagai irigasi, perikanan, peternakan, media pembuangan limbah rumah tangga dan

industri, sekaligus untuk kegiatan mandi, cuci dan kakus (MCK). Seiring pesatnya pertumbuhan dan semakin tingginya aktivitas manusia disekitar perairan Sungai Cikijing hal ini menyebabkan volume limbah yang dibuang ke aliran Sungai Cikijing semakin hari kian bertambah. Pembuangan limbah ke perairan sungai dalam jangka yang panjang akan berakibat pada perubahan faktor fisika dan kimia sungai tersebut.

Beban masukan yang ditimbulkan dari kegiatan manusia sepanjang daerah aliran Sungai Cikijing akan meningkatkan kandungan unsur hara di perairan. Meningkatnya kandungan unsur hara pada perairan secara langsung akan mempengaruhi komunitas fitoplankton dan lingkungan disekitarnya. Kondisi ini akan mengakibatkan adanya fluktuasi secara temporal struktur komunitas fitoplankton akibat pengaruh musim (hujan dan kemarau) serta interaksinya dengan faktor fisika kimia dan pembatas utama nutrisi bagi fitoplankton di perairan Sungai Cikijing Rancaekek.

Fitoplankton merupakan tumbuhan planktonik yang bebas melayang dan hanyut dalam laut serta mampu berfotosintesis. Fitoplankton memiliki klorofil untuk dapat berfotosintesis, menghasilkan senyawa organik seperti karbohidrat dan oksigen. Kemampuan fitoplankton yang dapat berfotosintesis dan menghasilkan senyawa organik membuat fitoplankton disebut sebagai produsen primer (Prabandani, 2002). Fitoplankton sebagai produsen primer di perairan merupakan sumber kehidupan bagi seluruh organisme hewani lainnya.

Wihlm (1975 dalam Fahrul 2010) mengklasifikasikan tingkat pencemaran air berdasarkan indeks keanekaragaman fitoplankton dimana jika $H' < 1$ maka kondisi perairan tercemar berat, $H' = 1-3$ maka kondisi perairan tercemar ringan, dan $H' > 3$ maka kondisi perairan tidak tercemar. Aliran Sungai Cikijing digunakan sebagai sumber air minum berbagai jenis binatang baik besar maupun kecil yang tinggal di sekitarnya dan dimanfaatkan oleh penduduk sekitar untuk irigasi persawahan. Adanya tekanan-tekanan lingkungan di sepanjang aliran Sungai Cikijing seperti pembuangan limbah cair industri dan sampah oleh pihak-pihak yang tidak bertanggung jawab akan menyebabkan penurunan kualitas perairan di sepanjang daerah aliran Sungai Cikijing. Penurunan kualitas air ini akan mempengaruhi biota yang ada di perairan tersebut diantaranya adalah fitoplankton. Untuk mengetahui kualitas perairan tersebut maka perlu dilakukannya penelitian tentang keanekaragaman fitoplankton sebagai indikatornya.

METODE PENELITIAN

Lokasi dan Waktu

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan April sampai dengan Mei 2016. di Laboratorium Terpadu Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Sunan Gunung Djati Bandung dan Sungai Cikijing Rancaekek.

Alat dan Bahan

Alat yang digunakan dalam penelitian ini diantaranya, *plankton net*, Mikroskop cahaya, *Secchi disk*, termometer, Kaca Objek, *Cover glass*, gelas, pipet tetes, *counter*, *Current meter*, pH meter, botol sampel ukuran 30 ml dan dan buku identifikasi fitoplankton, sampel air Sungai Cikijing dan Formalin 4%.

Prosedur Kerja

1. Pengambilan sampel air

Pengambilan sampel air untuk identifikasi fitoplankton menggunakan metode survey dan satu hari pengamatan dilakukan secara komplit pada 3 titik sampling (APHA, 1995 *dalam* Fachrul).

2. Pengukuran Parameter Fisika dan Kimia perairan

Pengambilan data fisika dan kimia sangat penting terutama untuk mengetahui keadaan atau kualitas air tersebut yang terjadi pada saat hari itu juga dan sangat mempengaruhi keanekaragaman pada fitoplankton.

3. Identifikasi Fitoplankton

Identifikasi fitiplanton dilakukan dibawah mikroskop dengan perbesaran 40x dan 100x. Dan diidentifikasi meliputi genus dan kelas.

4. Analisis Data

Analisis data yang digunakan ialah secara deskriptif dan ekologi kuantitatif melalui indeks Shannon-Wiener dan perhitungan struktur komunitas fitoplankton baik keanekaragaman, kelimpahan, dan dominansi fitoplankton.

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

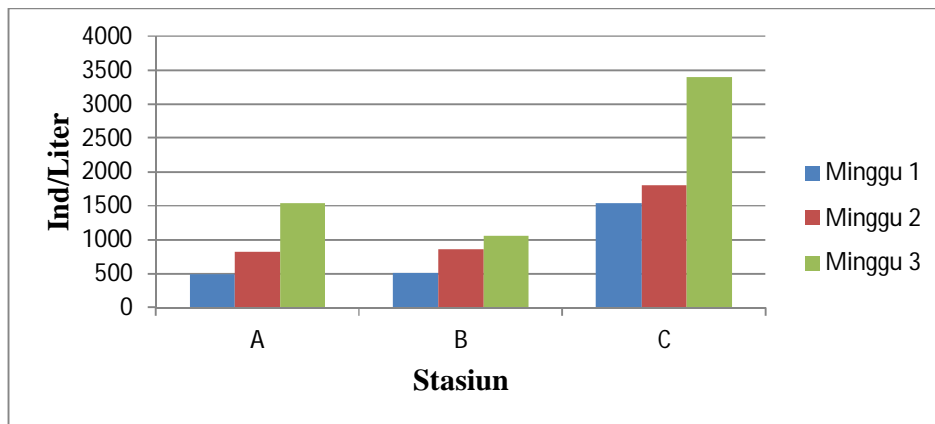
Struktur Komunitas dan Kelimpahan Fitoplankton

Setelah dilaksanakan Identifikasi fitoplankton, tercatat bahwa komunitas fitoplankton yang teramati memiliki komposisi jumlah genera yang terdiri dari tiga kelas kelas 19 genus. Ke tiga kelas fitoplankton hasil pengamatan tersebut adalah kelas *Bacillariophyceae* (tiga genus), *Chlorophyceae* (12 genus) dan *Cyanophyceae* (empat genus) Komunitas fitoplankton di sungai dipengaruhi oleh kondisi lokal, suhu, nutrien, ruang dan waktu (Reynolds 1984). Adapun komposisi 20 genus fitoplankton berdasarkan kelas yang teridentifikasi disajikan dalam tabel.

Tabel 1. Jumlah kelas dan genus fitoplankton selama penelitian.

No	Kelas	Genus yang ditemukan
1	Bacillariophyceae	Navicula, Synedra, Diatom
2	Chlorophyceae	Pediastrum, Chlorella, Spyrogyra, pandorina, Cosmarium, Eudorina, Scenedesmus, Zygnema, Sirogonium, Meogeotia, Closterium, Staurastum
3	Cyanophyceae	Nostoc, Polycystis, Microcystis, Lyngbya

Histogram kisaran kelimpahan fitoplankton setiap minggu pada setiap stasiun. Nilai kelimpahan setiap minggu cenderung meningkat hal ini bisa dipengaruhi oleh kondisi lingkungan sekitar seperti curah hujan serta buangan limbah yang masuk kedalam perairan. Kelimpahan stasiun C memiliki nilai kelimpahan yang tinggi berkisar antara yaitu 1536-3306 ind/L (Gambar 1). Tingginya kelimpahan fitoplankton di stasiun C dikarenakan stasiun C berada dekat dengan area pertanian, adanya kegiatan pertanian (pemupukan) berdampak pada masukan nutrien ke dalam sungai terutama fosfor yang merupakan sumber nutrien bagi fitoplankton.

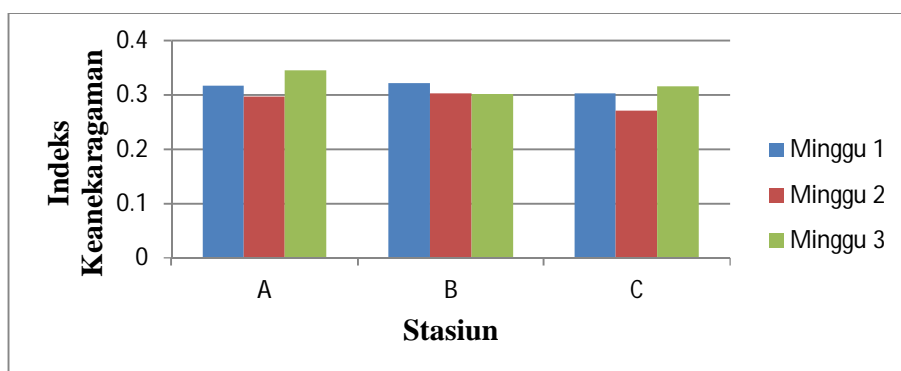


Gambar 1. Kelimpahan fitoplankton (ind/L) pada setiap stasiun pengamatan selama waktu penelitian.

Stasiun B memiliki nilai kelimpahan yang paling rendah pada pengamatan berkisar 513-1063 ind/L, hal ini disebabkan tingginya arus di stasiun B, Sitorus (2009) mengatakan bahwa meningkatnya kecepatan arus dapat mempertinggi peluang terangkutnya populasi plankton yang hidupnya melayang ke tempat lain. Sebaliknya, pada kondisi perairan yang relatif tenang dimana kecepatan arus relatif rendah terlihat kelimpahan fitoplankton relatif tinggi. Selain itu faktor yang mempengaruhi rendahnya nilai kelimpahan di stasiun B adalah kecerahan, karena kecerahan erat kaitannya dengan intensitas cahaya, menurut Menurut Nybakken (1992), pengaruh ekologis dari kecerahan akan menyebabkan penurunan penetrasi cahaya di dalam perairan, selanjutnya akan menurunkan proses kualitas fotosintesis dan produktivitas primer fitoplankton.

Indeks Keanekaragaman dan Dominansi

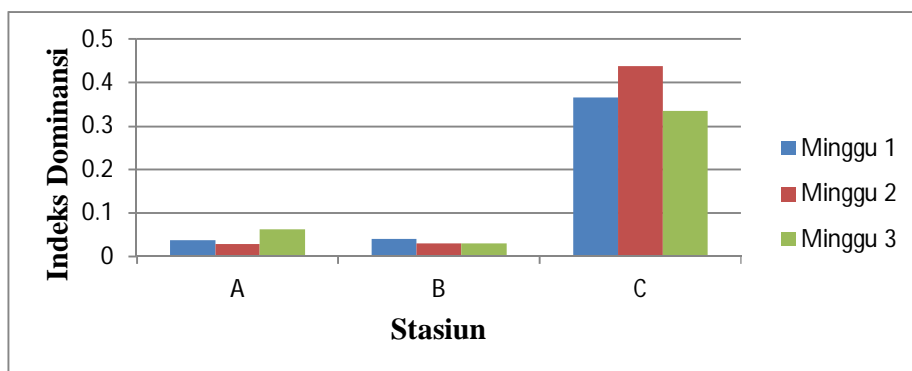
Berdasarkan waktu dan lokasi pengamatan yang berbeda, didapat pula nilai indeks keanekaragaman fitoplankton berkisar 0,276-0,347 (Gambar 2). Nilai keanekaragaman terendah terdapat pada stasiun C pada minggu ke-2.



Gambar 2. Kisaran nilai keanekaragaman fitoplankton di Sungai Cikijing.

Berdasarkan kriteria nilai indeks keanekaragaman Daniel (2007), sebagian besar keanekaragaman fitoplankton yang terdapat di sungai Cikijing sepanjang lokasi penelitian termasuk rendah ($H' < 2,3026$). Hal tersebut menunjukkan keanekaragaman kecil dan kestabilan komunitas rendah. Jika dikaitkan dengan nilai Indeks shannon-Wiener, Wilhm (1975 dalam Fachrul 2007) menyatakan jika nilai indeks keanekaragam 1-3 maka perairan tercemar berat.

Rendahnya nilai indeks keanekaragaman yang didapat disebabkan karena Sungai Cikijing berada di kawasan Industri, dimana sebagian besar perusahaan-perusahaan membuang limbah cair tekstilnya ke aliran Sungai Cikijing, hal ini diduga menyebabkan zat hara yang diperlukan fitoplankton seperti fosfat dan nitrat untuk berkembang biak rendah sehingga berpengaruh terhadap keanekaragaman fitoplankton di daerah ini. Zat-zat hara anorganik utama yang diperlukan fitoplankton untuk tumbuh dan berkembang biak ialah nitrogen (sebagai nitrat) dan fosfor (sebagai fosfat) (Yuliana 2012).



Gambar 3. Kisaran nilai indeks dominansi fitoplankton di Sungai Cikijing.

Nilai indeks dominansi yang didapat selama penelitian di semua lokasi pengambilan sampling berkisar 0,027-0,438. Hal ini menunjukan nilai dominansi di Sungai Cikijing sangat rendah dan berada dalam keadaan stabil. Tidak adanya dominansi pada stasiun pengamatan disebabkan beberapa faktor fisik-kimia perairan masih sesuai untuk kehidupan fitoplankton di perairan ini sehingga tidak ada fitoplankton yang mendominasi. Faktor-faktor yang mempengaruhi fitoplankton pada lokasi tertentu di suatu perairan meliputi angin, arus, kandungan unsur hara, cahaya, suhu, kecerahan, kekeruhan, pH, air masuk dan kedalaman perairan (Basmi, 1998).

Parameter Fisika dan Kimia

Tabel 2 Hasil Pengukuran Parameter Fisik dan Kimia Sungai Cikijing

Parameter	Satuan	Titik Sampling								
		Minggu ke-1			Minggu ke-2			Minggu Ke-3		
		A	B	C	A	B	C	A	B	C
Fisik										
Suhu	OC	29	28	28	29	27	26	30	30	28
Arus	m/d	0,98	0,64	0,24	0,98	0,68	0,22	0,95	0,66	0,24
Kecerahan	cm	20	28	55	31	27	60	34	28	61
Kimia										
Ph		6,5	6,9	7,5	6	6,8	7,3	6,6	7,1	7,2
DO	mg/L	0,9	2,2	2,8	1,9	2,6	2,8	2	2,5	2,7

Suhu perairan sangat berpengaruh terhadap faktor fisika, kimia dan biologi perairan, karena suhu perairan dapat mempengaruhi zat-zat yang terkandung dalam perairan seperti DO, CO₂ dan zat-zat lainnya, suhu dapat mempengaruhi metabolisme respirasi biota akuatik (termasuk fitoplankton). Hasil yang didapat dari pengamatan di setiap stasiun selama penelitian menunjukan kisaran suhu yang berkisar 26,0-30,2°C. Dimana suhu perairan di Stasiun A berkisar 29-30,2°C, pada stasiun berkisar antara 27,0-29,0°C, dan pada stasiun C berkisar antara 26,0-28,0°C

Zahra (2012) menyatakan bahwa suhu optimum untuk pertumbuhan fitoplankton berkisar antara 20-30°C. Oleh karena itu kisaran suhu yang didapat selama penelitian belangsung merupakan kisaran suhu yang ideal bagi kehidupan fitoplankton.

Menurut Sitorus (2009), organisme akuatik dapat hidup dalam suatu perairan yang mempunyai nilai pH yang netral dengan kisaran toleransi antara asam lemah dan basa lemah. Nilai pH yang didapat selama waktu pengamatan dari setiap stasiun berkisar antara 6,0-7,6. Sedangkan menurut odum (1971) perairan dengan pH antara 6 sampai 9 merupakan perairan dengan kesuburan tinggi dan tergolong produktif karena memiliki kisaran pH yang dapat mendorong proses pembongkaran bahan organik yang ada dalam perairan menjadi mineral yang dapat diasimilasikan oleh fitoplankton.

Nilai pH yang di dapat selama penilitian sangatlah bervariasi nilai pH pada terendah berada pada stasiun A dan tertinggi berada pada stasiun C. Rendahnya nilai pH pada stasiun A ini disebabkan karena adanya pembuangan limbah industri tekstil yang mengandung senyawa organik yang selanjutnya mengalami penguraian yang menurunkan pH di daerah ini. Menurut Fahrezi (2013), bahwa daerah yang terdapat aktivitas yang menghasilkan senyawa organik maupun anorganik akan mengalami penguraian yang menimbulkan penurunan pH di daerah tersebut. Tingginya nilai pH pada stasiun C disebabkan daerah ini tidak banyak aktivitas yang menghasilkan senyawa organik sehingga tidak terjadi penguraian yang dapat menurunkan nilai pH di perairan tersebut. Siregar (2009), daerah yang tidak terdapat aktivitas yang menghasilkan senyawa organik maka belum terjadi penguraian yang menghasilkan karbondioksida sehingga nilai pH nya tinggi.

Kecepatan arus sangat berpengaruh terhadap faktor pencemaran dan komunitas fitoplankton. Dalam hal pencemaran, kecepatan arus akan mempengaruhi kemampuan badan air untuk mengasimilasi dan mengangkut bahan pencemar (Wijaya, 2009). Kecepatan arus juga mempengaruhi komunitas fitoplankton karena kecepatan arus memiliki kolerasi negatif dengan kelimpahan fitoplankton pada daerah aliran sungai. Hasil pengukuran arus sungai di Sungai Cikijing sepanjang penelitian menunjukkan kisaran 0,26-0,97 m/detik. Menurut criteria Welch (1980) dapat dikategorikan sebagai aliran yang lambat hingga cepat

Menurut Whiton (1975), kecepatan arus yang besar dapat mengurangi jenis organisme yang tinggal sehingga hanya jenis-jenis yang melekat saja yang bertahan terhadap arus. Selain itu data arus diatas jika dihubungkan dengan data kelimpahan fitoplankton yang teramati diperolah hasil bahwa kecepatan arus sangat mempengaruhi kelimpahan fitoplankton. Hal ini sesuai dengan apa yang dikemukakan oleh Sitorus (2009) bahwa kecepatan arus menunjukan kolerasi negatif dimana kelimpahan fitoplankton menurun dengan meningkatnya kecepatan arus. Korelasi ini terjadi mungkin karena meningkatnya kecepatan arus dapat mempertinggi peluang terangkutnya populasi fitoplankton yang hidupnya melayang ke tempat lain. Sebaliknya pada kondisi perairan yang elatif tenang dimana kecepatan arus relatif rendah terlihat kelimpahan fitoplankton relatif tinggi.

Kecerahan erat kaitannya dengan penetrasi dan intensitas cahaya matahari dalam suatu perairan yang mempunyai peranan penting terutama dalam proses fotosintesis fitoplankton. Kecerahan (penetrasi cahaya) yang didapa selama penelitian di setiap stasiun berkisar 20-61 cm. Nilai kecerahan yang didapat selama penelitian menunjukan tingkat kecerahan yang rendah.

Rendahnya nilai kecerahan yang didapatkan disebabkan kedalaman sungai yang rendah. Nilai kecerahan pada stasiun A dan B relatif lebih rendah bila dibandingkan dengan stasiun C, hal ini terjadi karena warna air pada stasiun A berwarna hitam pekat yang disebabkan oleh pembuangan limbah cair tekstil di sekitar Sungai Cikijing Rancaekek. Hal ini menyebabkan nilai kecerahan yang terjadi sangat rendah. Masuknya limbah-limbah tersebut kedalam suatu perairan, menyebabkan terhalang dan terhambatnya sinar matahari yang masuk ke perairan sungai, sehingga proses fotosintesis terganggu pada fitoplankton yang berada di perairan Sungai Cikijing.

Menurut Nybakken (1992), pengaruh ekologis dari kecerahan akan menyebabkan penurunan penetrasi cahaya di dalam perairan, selanjutnya akan menurunkan proses kualitas fotosintesis dan produktivitas prime fitoplankton, sehingga menyebabkan terganggunya keseluruhan rantai makanan.

Oksigen terlarut dalam ekosistem perairan yang sangat penting untuk mendukung eksistensi dan proses-proses yang terjadi didalamnya. Hal ini terlihat dari peranan oksigen selain digunakan untuk aktivitas organisme air juga organisme dekomposer dalam proses dekomposisi bahan organik dalam perairan. Kandungan dissolved oxygen atau oksigen terlarut pada setiap stasiun di Sungai Cikijing selama penelitian berkisar 0,9-3,8 mg/L.

Kisaran oksigen terlarut pada stasiun A adalah 0,9-2,3 mg/L, pada stasiun B berkisar 2,1-2,6 mg/L, dan pada stasiun C berkisar 3,0-3,8 mg/L. Nilai DO yang terjadi pada stasiun A memiliki nilai yang sangat rendah, rendahnya nilai DO pada stasiun ini disebabkan oleh banyaknya limbah organik dan anorganik seperti sampah plastik, limbah industri dan lainnya. Hal ini menyebabkan sebagian oksigen terlarut digunakan bakteri aerob untuk mengoksidasi karbon dan nitrogen dalam bahan organik menjadi karbondioksida dan air. Oleh karena itu, jika pencemaran ini berlangsung dapat menyebabkan kematian bagi organisme aerob. Menurut Ainurohim (2008) dalam Apdus (2010), kadar DO optimum untuk fitoplankton yaitu >6,5 mg/L.

Nilai DO yang didapat selama penelitian menunjukkan perbedaan yang cukup signifikan dimana pada stasiun A memiliki nilai DO yang paling rendah apabila dibandingkan dengan stasiun B dan C. Selain itu jika dibandingkan dengan nilai suhu yang didapat, hal ini sesuai dengan pernyataan menurut (Zumartin, 2003), semakin tinggi suhu maka semakin rendah nilai oksigen terlarut pada perairan. sementara dilain pihak dengan naiknya temperatur akan menyebabkan kelarutan oksigen dalam air berkurang. Hal ini dapat menyebabkan organisme air kesulitan untuk melakukan respirasi yang selanjutnya akan mempengaruhi keanekaragaman organisme (Siregar, 2009).

Novonty dan Olem (1994) dalam Hutabarat (2010) oksigen terlarut adalah gas oksigen yang terlarut dalam air. Oksigen terlarut dalam perairan merupakan faktor penting sebagai pengatur metabolisme tubuh organisme untuk tumbuh dan berkembang biak. Sumber oksigen terlarut dalam air berasal dari difusi oksigen yang terdapat di atmosfer, arus atau aliran air melalui air hujan serta aktivitas fotosintesis oleh tumbuhan air dan fitoplankton.

SIMPULAN DAN SARAN

1. Jumlah jenis fitoplankton sebanyak 19 genus yang berasal dari kelas Bacillariophyceae (3 genus), Chlorophyceae (12 genus) dan Cyanophyceae (4 genus). Kelimpahan tertinggi ditemukan di stasiun C. Nilai indeks keanekaragaman berkisar 0,276-0,347 (Keanekaragaman rendah). Indeks Dominansi fitoplankton sangat rendah yakni berkisar antara 0,027-0,438 yang berarti tidak adanya genus yang mendominasi dan penyebaran individu cukup merata.
2. Jika dilihat dari indeks keanekaragaman yang berkisar 0,276-0,347 kualitas air Sungai Cikijing tergolong kedalam tercemar berat.
3. Parameter fisika dan kimia yang paling mempengaruhi keanekaragaman fitoplankton adalah arus, DO dan kecerahan.

DAFTAR PUSTAKA

- APHA (American Public Health Association). 1989. *Standard Method for the Examination of Water and Waste Water* . American Public Health Association. Water Pollution Control Federation. Port City Press. Maryland USA.
- Basmi, J. 1987 . *Fitoplankton Sebagai Indikator Biologis Lingkungan Perairan*. Fakultas Perikanan Institut Pertanian Bogor : Bogor.
- Bellinger. Edward G, David C. Sigeo . 2010 . *Fresh Water Algae Identification and Use as Bioindicators* . Willy-Blackwell : United Kingdom.
- Effendi, H . 2003 . *Telaah Kualitas Air* . Kanisius : Yogyakarta.
- Fahrezi, Hapiz . 2013 . *Keanekaragaman Plankton Di Perairan Sungai Asahan Sumatera Utara*. Tesis . Program Studi Manajemen Sumberdaya Perairan, Fakultas Pertanian. Fakultas Pertanian. Universitas Sumatera Utara. Medan.
- Fatma Colak Sabanci . 2014 . *Phytoplankton Distribution and its Relationship to the Physico-Chemical Environment in a Coastal Lagoon*. Ege University, Faculty of Fisheries, Department of Hydrobiology, Bornova, 35100 Izmir-Turkey . Journal of Ecology. Vol. 23 . No. 90.
- Guresem Aysu. 2014. *Seasonal and vertical variations of phytoplankton composition in Marine Park of Gökçeada Island in the North Aegean Sea*. Journal Black Sea Medditeranean Environment. Vol.20. No.2.
- Odum, E.P .1993. *Fundamental of Ecology* . Sounders Company : London.

- Okechukwu Idumah Okogwu. 2013. *Seasonal dynamics of phytoplankton in two tropical rivers of varying size and human impact in Southeast Nigeria*. International Journal Trop Biologi. Vol.61 (4). Hal. 1827-1840. Desember 2014.
- Park, Kwan S and Hyung Woung Shin. 2007. *Studies on Phyto and Zooplankton composition and its relation to Fish Productivity In a West Coast Fish Pondecosystem*. India.
- Masson, CF . 1981 . *Biology of Freswater Pollution* . Longman Inc : New York.
- Nontji, A . 2006 . *Plankton* . Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia – Pusat Penelitian Oseanografi : Jakarta.
- Siregar, M. H. 2009. *Studi Keanekaragaman Plankton di Hulu Sungai Asahan Porsea*. Skripsi Universitas Sumatera Utara. Medan.
- Sitorus, Mangatur. 2009 . *Hubungan Nilai Produktifitas Primer dengan Konsentrasi Klorofil a, dan Faktor Fisik Kimia di Perairan Danau Toba Balige, Sumatera Utara*. Tesis . Sekolah Pasca Sarjana. Universitas Sumatera Utara . Medan.
- Wilhm, J.P .1975 . *Bioloical Indicaors of Polution* . Blackwell Scientific Publication Oxford : London.
- Zahra, Ardianto, D. Oktavia and E. Hardian . 2014 . *The Potency of Phytoplankton in the Lakes of Universitas Indonesia (UI) as the “Carbon-Eater”: A Preliminary Study in Revealing the Lake as a Possibly Another Carbon Bank* . International Journal of Environmental Science and Development, Vol. 5, No. 2, April 2014.

B - 06

**KANDUNGAN LOGAM BERAT TIMBAL (Pb) DI PERAIRAN CILINCING
PESISIR DKI JAKARTA**

Anna Rejeki Simbolon

Prodi Pendidikan Biologi, FKIP Universitas Kristen Indonesia

Email: anna.simbolon@uki.ac.id

Abstrak

Perairan Cilincing merupakan salah satu wilayah pesisir dengan aktivitas pemukiman, perikanan dan industri yang padat. Masukan limbah yang berasal dari aktivitas manusia (antropogenik) dikhawatirkan mengandung logam berat yang secara langsung maupun tidak langsung akan masuk ke perairan dan terakumulasi didalamnya. Tujuan dari penelitian ini ialah untuk mengetahui kandungan logam Pb di Perairan Cilincing Pesisir DKI Jakarta.

Penelitian dilakukan dengan teknik *survei random sampling* di Muara Cilincing dan Kawasan Berikat Nusantara pada April-Juni 2016. Hasil penelitian menunjukkan kandungan logam Pb di air sebesar 0.004 mg/l dan masih sesuai dengan baku mutu berdasarkan Kepmen-LH No. 51 Tahun 2004. Kandungan logam berat Pb pada sedimen sebesar 5 mg/kg nilai ini juga masih dibawah baku mutu berdasarkan *Canada Council of Minister of Environment* (CCME, 2001).

Penelitian ini menyimpulkan kandungan logam berat Pb di Perairan Cilincing masih sesuai dengan baku mutu yang ditetapkan.

Keyword: logam berat; Timbal; Perairan Cilincing; Pesisir DKI Jakarta

PENDAHULUAN

Peningkatan aktivitas permukiman dan industri di sepanjang wilayah Jakarta akan menyebabkan peningkatan tekanan lingkungan di daerah pesisir khususnya pesisir DKI Jakarta yang merupakan daerah hilir dari aliran sungai yang melintasi wilayah DKI Jakarta. Masukan limbah yang berasal dari aktivitas manusia (antropogenik) dikhawatirkan mengandung logam berat yang secara langsung maupun tidak langsung akan masuk ke perairan dan terakumulasi didalamnya. Wilayah Cilincing merupakan salah satu wilayah pesisir dengan aktivitas pemukiman, perikanan dan industri yang padat. Setiap aktivitas industri dan penduduk di sepanjang wilayah DKI Jakarta secara langsung dan tidak langsung akan masuk ke sungai dan bermuara ke Pesisir DKI Jakarta.

Seperti daerah muara pada umumnya, di pinggir Perairan Cilincing terdapat permukiman warga yang sejak lama tinggal dan bergantung hidupnya di lokasi tersebut. Sayangnya tingkat kesejahteraan masyarakat yang tinggal di daerah ini masih di bawah garis kemiskinan. PTPIN (2014) menyebutkan pemukiman di sekitar Perairan Cilincing terkategori pemukiman nelayan dengan tingkat kemiskinan paling tinggi di Jakarta. Pemukiman penduduk di sungai ini umumnya bekerja sebagai nelayan, pengupas kerang dan budidaya kerang hijau (*Perena viridis*). Banyaknya aktivitas manusia, baik kegiatan pemukiman, industri hingga aktivitas perikanan di Perairan Cilincing semakin memberikan pengaruh lingkungan khususnya lingkungan perairan, dimana hasil kegiatan tersebut menghasilkan limbah yang secara langsung maupun tidak langsung akan bermuara ke Perairan Cilincing.

Aktivitas industri dan masyarakat akan menghasilkan limbah yang umumnya mengandung logam berat dan masuk ke perairan. Logam berat yang umumnya berasal dari aktivitas industri antara lain Pb, Hg, Cd dan Zn. Logam berat tersebut bersifat toksik dan akan terakumulasi dalam sedimen dan biota air melalui proses biokonsentrasi, bioakumulasi dan biomagnifikasi. Logam-logam berat terlarut dalam perairan pada konsentrasi tertentu akan berubah fungsi menjadi toksik bagi ekosistem perairan.

Timbal (Pb) merupakan contoh logam berat yang baik sebagai pertanda terjadinya pencemaran logam berat yang berasal dari aktivitas manusia (Sikaily 2003). Timbal masuk ke dalam lingkungan perairan sebagai dampak dari aktivitas manusia, seperti air buangan dari industri yang berkaitan dengan Pb, air buangan dari pertambangan biji timah hitam dan buangan sisa industri baterai. Senyawa Pb yang berada dalam perairan dapat ditemukan dalam bentuk ion-ion divalen atau tetravalen (Pb^{2+} , Pb^{4+}) (Suwari, 2010).

Daya larut logam berat dapat menjadi lebih tinggi atau lebih rendah tergantung pada kondisi lingkungan perairan. Perairan dengan kondisi kekurangan oksigen akan menyebabkan daya larut logam berat menjadi lebih rendah dan mudah mengendap. Logam berat Pb akan sulit terlarut dalam kondisi perairan yang anoksik (Ramlal 1987). Mengendapnya logam berat bersama-sama dengan padatan tersuspensi akan mempengaruhi kualitas sedimen di dasar perairan serta perairan di sekitarnya.

Parameter kimia dan fisika yang turut mempengaruhi kandungan logam berat dalam perairan adalah suhu, kadar oksigen terlarut, salinitas, padatan tersuspensi total, dan derajat keasaman (pH) (Maslukah 2006).

Penelitian terkait pencemaran di Perairan Cilincing masih jarang dilakukan. Penelitian selama ini lebih banyak di Sungai Ciliwung, padahal Perairan Cilincing memiliki peran yang sama dengan muara sungai lainnya di Teluk Jakarta. Penelitian Makmur dkk (2012) menyebutkan Perairan Cilincing mengindikasikan terjadinya *blooming* dengan kandungan bahan organik yang diatas baku mutu. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kandungan logam berat yang terdapat di Perairan Cilincing, Pesisir DKI Jakarta saat ini.

METODE PENELITIAN

Tempat dan Waktu

Penelitian ini dilakukan pada April-Agustus 2016 di Perairan Cilincing, Pesisir DKI Jakarta. Metode pengambilan sampel ditentukan dengan *purposive sampling*, Pengambilan sampel dilakukan Muara Cilincing yang berbatasan dengan Pesisir DKI Jakarta dan di daerah Kawasan Berikat Nusantara. Pengambilan sampel diulang sebanyak tiga kali dengan interval waktu pengambilan sampel selama satu minggu. Kordinat pengambilan sampel disajikan pada Tabel 1. Analisis laboratorium dilakukan di Laboratorium Lingkungan Persada, Jakarta.

Tabel 1. Lokasi Pengambilan Sampel Perairan Cilincing Pesisir DKI Jakarta

No	Stasiun	Kordinat
1	Muara Cilincing	6°06'02.7"S 106°56'25.4"E
2	Kawasan Berikat Nusantara	6°05'59.8"S 106°57'19.8"E

Metode Uji Parameter Kualitas Air dan Sedimen

Parameter yang di uji pada penelitian ini disajikan pada Tabel 2.

Tabel 2. Alat dan Bahan Pengambilan Sampel dan Uji Parameter

No	Parameter	Satuan	Alat/Metode	Pengukuran
1	DO	mg/l	DO meter	<i>In situ</i>
2	COD	mg/l	Spektrofotometrik	<i>Ex situ</i>
3	TSS	mg/l	APHA, ed. 22, 2012, 2540-D	<i>Ex situ</i>
4	pH		pH meter	<i>Insitu</i>
5	Suhu	°C	Thermometer	<i>Insitu</i>
6	Pb	mg/l	SNI 06-6989.8-2004	<i>Ex situ</i>

Cara Kerja

Pengambilan dan Preparasi Sampel

Pengambilan sampel air dilakukan dengan cara komposit yaitu dengan cara mencampurkan air dari permukaan, bagian tengah dan bagian dasar perairan. Sampel air untuk pengukuran logam diawetkan dalam larutan H₂SO₄.

Analisa Data

Pengukuran parameter fisika-kimia air dianalisis secara deskriptif berdasarkan pada standar baku mutu yang digunakan yaitu mengacu pada Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup No. 51 Tahun 2004 tentang baku mutu air laut untuk keperluan biota laut. Terkait belum ditetapkannya baku mutu logam berat dan bahan organik total pada sedimen di Indonesia, maka acuan yang digunakan untuk menilai kualitas sedimen bersumber dari *Canadian Sediment Quality Guidelines for The Protection of Aquatic Life* (Canada Council of Minister of Environment, CCME) pada tahun 2001.

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

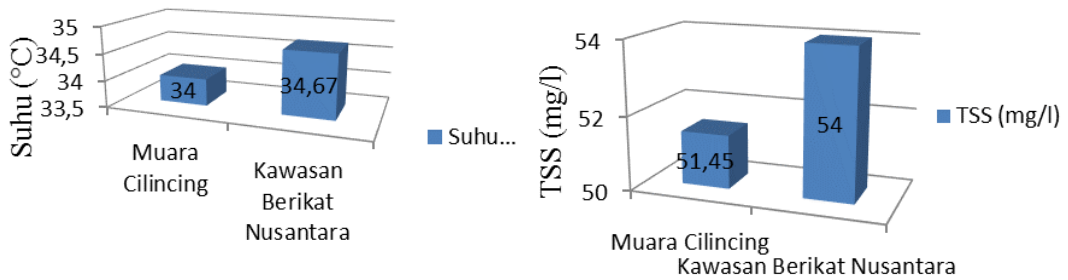
1. Suhu

Rata-rata hasil pengukuran suhu selama penelitian disajikan pada Gambar 1. Berdasarkan hasil pengukuran suhu di Perairan Cilincing bekisar antara 33-35°C. Berdasarkan KepMen LH no 51 tahun 2004, kisaran suhu yang di perbolehkan untuk biota air berkisar 28-32°C. Hal tersebut menunjukkan kisaran suhu di Perairan Cilincing telah melewati baku mutu yang ditetapkan.

Secara umum, suhu berpengaruh langsung terutama terhadap biota perairan berupa reaksi enzimatik pada organisme. Daerah tropis termasuk Indonesia, suhu permukaan laut berkisar antara 28°C–31°C dan pada daerah subtropis berkisar antara 15°C–20°C (Nontji, 1984). Rata-rata pengukuran suhu air yang diperoleh selama penelitian berkisar 34-34.67 °C hal ini menunjukkan kisaran suhu selama penelitian telah melewati baku mutu yang ditetapkan. Hal ini disebabkan karena pada saat pengukuran dilakukan pada siang hari dan masuk pada musim kemarau. Suhu air terutama di lapisan permukaan ditentukan oleh pemanasan matahari yang intesitasnya berubah terhadap waktu, oleh karena itu suhu air laut akan seirama dengan perubahan intensitas penyinaran matahari (Simbolon AR, 2014).

2. *Total Suspended Solid (TSS)*

Hasil pengukuran *Total Suspended Solid (TSS)* selama penelitian disajikan pada Gambar 1 yaitu berkisar antara 42.89-65.11 mg/l. Kandungan TSS tertinggi terdapat pada stasiun Kawasan Berikat Nusantara. Berdasarkan Kepmen-LH No. 51 Tahun 2004 tentang baku mutu air laut untuk biota laut baku mutu TSS untuk ekosistem koral dan lamun sebesar 20 mg/l dan untuk ekosistem mangrove sebesar 80 mg/l. Masuknya padatan tersuspensi ke dalam perairan dapat menimbulkan kekeruhan air. Menurut Fardiaz (1992), padatan tersuspensi akan mengurangi penetrasi cahaya ke dalam air, sehingga mempengaruhi regenerasi oksigen secara fotosintesis dan kekeruhan air semakin meningkat.



Gambar 1 Rata-Rata Hasil Pengukuran Suhu dan *Total Suspended Solid* (TSS) di Muara Cilincing dan Kawasan Berikat Nusantara Selama Penelitian

Kandungan TSS di Perairan Cilincing sudah melampaui baku mutu untuk ekosistem lamun dan koral, namun masih dapat ditolerir untuk ekosistem mangrove. Berdasarkan pengamatan secara visual perairan tergolong keruh dengan degradasi warna semakin keruh dari laut ke arah muara. Konsentrasi TSS di perairan sangat dipengaruhi oleh aktivitas daratan, khususnya laju erosi dan turbulensi sedimen di dasar perairan. Nilai TSS yang tinggi di perairan ini disebabkan oleh adanya aktivitas tempat perlabuhan kapal dan tanspor sedimen dari aliran sungai. Aktivitas pendaratan kapal-kapal nelayan dan kapal dagang di kawasan berikat nusantara berpotensi meningkatkan nilai TSS di air karena pelemparan jangkar ke dasar perairan akan meningkatkan turbulensi pada perairan, sehingga sedimen-sedimen yang awalnya mengendap di dasar perairan terangkat ke permukaan.

3.

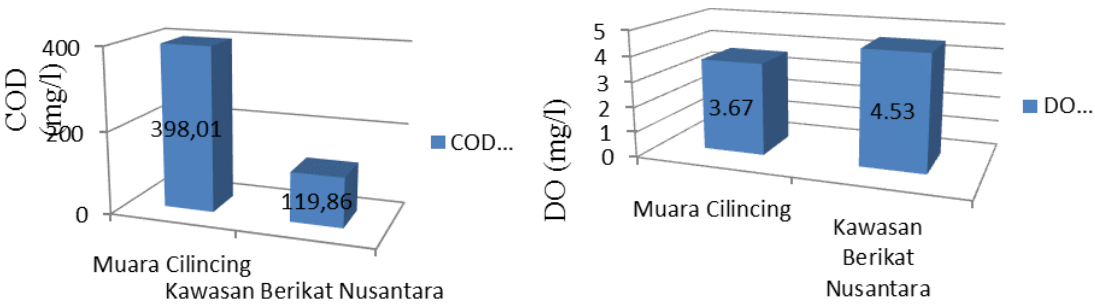
Chemical Oxygen Demand (COD)

Chemical oxygen demand (COD) merupakan jumlah oksigen yang diperlukan untuk mengurai seluruh bahan organik di perairan. Pengukuran COD dilakukan dengan mengoksidasi berbagai macam bahan organik baik yang mudah urai maupun yang sulit terurai, sehingga nilai COD menggambarkan jumlah total bahan organik di perairan (APHA, 1989). Bahan organik akan mempengaruhi proses adsorpsi, absorpsi dan desorpsi logam berat. Kandungan COD pada masing-masing lokasi pengamatan disajikan pada dan Gambar 2 dengan rata-rata berkisar 52.68 mg/l – 66.39 mg/l. Nilai tersebut telah berada diatas batas minimum untuk perairan perikanan yaitu 40 mg/l (Yenni dan Jovita, 2005). Kandungan COD di Perairan Cilincing diduga berasal dari buangan limbah perikanan, domestik dan industri yang masuk ke Perairan Cilincing.

Peningkatan COD antar stasiun menunjukkan masukan limbah organik pada masing-masing stasiun berbeda. Aktivitas industri seperti pabrik manufaktur, pabrik plastik hingga plastik kertas yang terdapat di wilayah Cilincing tentunya berkontribusi besar dalam peningkatan konsentrasi COD di Muara Cilincing. Nilai COD tertinggi terdapat di Muara Cilincing, tingginya COD diduga disebabkan oleh besarnya kandungan bahan organik yang berasal dari buangan limbah domestik dan industri yang masuk ke Perairan Cilincing. Wilayah Cilincing merupakan salah satu wilayah industri. Pabrik yang terdapat di wilayah Cilincing antara lain pabrik tekstil, logam, kertas, galangan kapal, cat dan terdapat di sepanjang aliran Sungai Cakung akan bermuara ke Muara Cilincing dan meningkatkan konsentrasi COD di wilayah tersebut.

4. *Dissolved Oxygen (DO)*

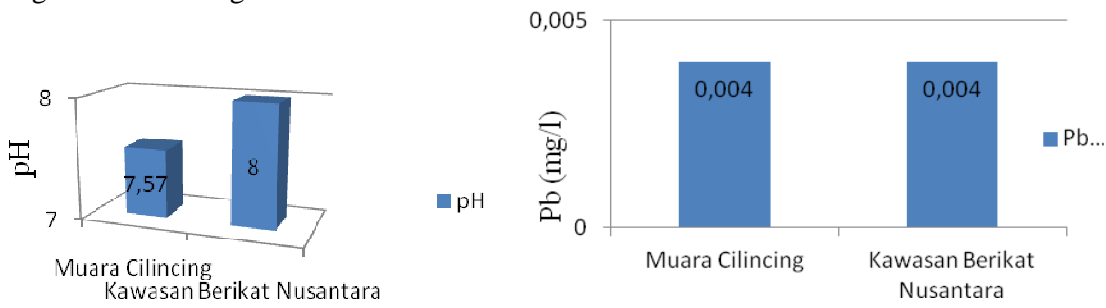
Dissolved oxygen (DO) atau oksigen terlarut diperlukan untuk menguraikan bahan organik di perairan. Semakin tinggi tingkat kandungan bahan organik semakin berkurang kandungan oksigen dalam air. Hasil rata-rata pengukuran selama penelitian disajikan pada Gambar 2. Berdasarkan hasil pengukuran nilai oksigen terlarut (DO) yang dilakukan di Perairan Cilincing selama penelitian, menunjukkan bahwa kadar oksigen terlarut berada pada kisaran rata-rata 0.13 mg/l – 7.4 mg/l. Hal tersebut menunjukan bahwa konsentrasi oksigen terlarut tiap stasiun tidak sesuai dengan baku mutu yang ditetapkan kepmen-LH No. 51 Tahun 2004 yakni nilai DO sebesar > 5 mg/l. Rendahnya nilai DO di Perairan Cilincing diduga disebabkan karena tingginya limbah organik dan anorganik dalam perairan. Tingginya kadar bahan organik di air menyebabkan rendahnya kadar oksigen di dalam air. Oksigen digunakan untuk mikroorganisme air untuk menguraikan bahan organik dalam air, sehingga bahan organik yang tinggi menyebabkan berkurangnya kadar oksigen yang dibutuhkan mikroorganisme untuk menguraikan bahan organik tersebut. Tingginya kadar organik dan anorganik berasal dari aktivitas industri, perikanan dan pemukiman yang tinggi di wilayah ini.



Gambar 2. Rata-Rata Hasil Pengukuran DO dan COD di Muara Cilincing dan Kawasan Berikat Nusantara Selama Penelitian

5. pH

Nilai pH yang ideal untuk kehidupan organisme air pada umumnya antara 7 sampai 8.5. Nilai pH mempengaruhi toksisitas senyawa kimia, sebagian besar biota akuatik sensitif terhadap perubahan pH (Effendi, 2003). Pengukuran air sampel selama penelitian menunjukkan rata-rata nilai pH yang berkisar antara 7.5–8. Berdasarkan Kepmen-LH No. 51 Tahun 2004 pH untuk biota laut berkisar 7-8.5. Hal tersebut menunjukkan bahwa kisaran pH selama pemantauan masih sesuai dengan baku mutu yang ditetapkan. Menurut Pescod (1973) pH suatu perairan dipengaruhi oleh beberapa faktor antara lain oleh suhu, salinitas, aktivitas fotosintensis, respirasi serta proses biodegradasi bahan organik.



Gambar 3. Rata-Rata Hasil Pengukuran dan Pb di Muara Cilincing dan Kawasan Berikat Nusantara Selama Penelitian

Logam Berat di Perairan Cilincing, Pesisir DKI Jakarta

Logam Pb banyak digunakan dalam industri baterai, industri percetakan (tinta), kabel, penyepuhan, pestisida, zat antiletup pada bensin, zat penyusun patri, dan sebagai formulasi penyambung pipa. Pencemaran timbal berasal dari sumber alami maupun

limbah hasil aktivitas manusia dengan jumlah yang terus meningkat, baik di lingkungan air, udara, maupun tanah. Keberadaan Timbal di perairan akan mengkontaminasi ekosistem perairan, hingga terakumulasi pada biota air dan sedimen. Biota air yang mengandung Timbal pada konsentrasi tertentu dapat membahayakan biota tersebut dan bersifat toksik jika masuk ke tubuh manusia (Besser *et al.*, 2007).

Konsentrasi Pb di air selama penelitian baik di Muara Cilincing maupun Kawasan Berikat Nusantara menunjukkan nilai yang rendah yaitu 0.004 mg/l. Mengacu pada baku mutu konsentrasi Pb berdasarkan Kepmen-LH No. 51 Tahun 2004 tentang baku mutu air laut untuk biota laut yaitu sebesar 0.008 mg/l, maka Perairan Cilincing memiliki kisaran konsentrasi Pb yang masih sesuai dengan baku mutu yang telah ditetapkan. Penelitian Lestari dan Edward (2004) menunjukkan logam berat Pb di perairan cilincing hanya berkisar 0.001-0.003 mg/l. Rendahnya nilai Pb diduga disebabkan karena terjadinya pengenceran selama pengambilan sampel. Pengenceran logam berat dalam air dapat terjadi saat muara mengalami pasang. Saat kondisi pasang, air laut akan naik ke daerah pesisir sehingga terjadi pengenceran di daerah muara. Naiknya muka air laut ke daerah muara memungkinkan logam berat mengalami pengenceran sehingga konsentrasi akan berubah dari waktu ke waktu. Karakteristik wilayah pesisir umumnya mengalami pasang surut dua kali dalam sehari, dan sering terjadinya gelombang besar menjadi penyebab yang mempercepat perairan melakukan purifikasi (Simbolon, 2014).

Terkait belum ditetapkannya baku mutu logam berat dan bahan organik total pada sedimen di Indonesia, maka acuan yang digunakan untuk menilai kualitas sedimen bersumber dari *Canadian Sediment Quality Guidelines for The Protection of Aquatic Life* yang dirilis oleh Kementerian Lingkungan Hidup Kanada (*Canada Council of Minister of Environment, CCME*) pada tahun 2001. Hasil pengukuran kandungan logam Pb di sedimen disajikan Tabel 3.

Tabel 3. Pengukuran logam Pb di sedimen Perairan Cilincing, Pesisir DKI Jakarta

No	Lokasi	Hasil pengukuran	Bakumutu (CCME, 2001)
1	Muara Cilincing	5 mg/kg	30.2 mg/kg
2	Kawasan Berikat Nusantara	5 mg/kg	30.2 mg/kg

Ket : CCME : *Canadian Sedimen Quality Guidelines for the Protection of Aquatic Life.*

Berdasarkan tabel tersebut kandungan Pb di sedimen masih sesuai dengan baku mutu CCME tahun 2001 yaitu sebesar 30.2 mg/kg. Rendahnya kandungan Pb di sedimen disebabkan karena sering terjadinya pengerukan dasar sungai. Pengerukan dilakukan agar kapal-kapal nelayan di Muara Cilincing atau kapal dagang pada Kawasan Berikat Nusantara dapat berlabuh di pinggir muara sungai. Pengerukan dasar sungai dilakukan, sehingga kandungan logam pada sedimen menjadi kecil. Pengerukan sedimen merupakan salah satu cara untuk mengurangi kandungan logam pada sedimen, namun pengerukan harus di kelola dengan baik agar sedimen yang telah di keruk tidak mengkontaminasi ekosistem lainnya.

Tabel 4. Hasil Pengukuran Kualitas Air di Muara Cilincing selama penelitian

No	Parameter	Satuan	U1	U2	U3	Mean	SD	BM
Air								
1	COD	mg/l	493.58	302.45	398.01	398.01	95.56	
2	DO	mg/l	7.4	0.13	3.5	3.67	3.64	>5
3	PH		7.2	8	7.5	7.57	0.40	7-8.5
4	TSS	mg/l	59.56	43.33	51.45	51.45	8.11	80
5	Suhu	°C	33	35	34	34	1	28-32
6	Pb	mg/l	0.004	0.004	0.004	0.004	0	0.008

Tabel 5. Hasil Pengukuran Kualitas Air di Kawasan Berikat Nusantara selama penelitian

No	Parameter	Satuan	U1	U2	U3	Mean	SD	BM
1	COD	mg/l	73.79	165.93	119.86	119.86	46.07	
2	DO	mg/l	7.3	3.8	2.5	4.53	2.48	>5
3	PH		8	8.1	7.9	8	0.1	7-8.5
4	TSS	mg/l	65.11	42.89	54	54	11.11	80
5	Suhu	°C	34	35	35	34.67	0.57	28-32
6	Pb	mg/l	0.004	0.004	0.004	0.004	0	0.008

Ket: U1: Ulangan 1; U2: Ulangan 2; U3: Ulangan 3

BM: baku mutu berdasarkan KepMen LH no 51 tahun 2004

SIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan yang didapat dari penelitian ini kandungan logam berat baik pada air maupun sedimen di Perairan masih dibawah baku mutu. Sementara itu kadar DO dan COD telah melampaui baku mutu berdasarkan pada Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup No. 51 Tahun 2004 tentang baku mutu air laut untuk keperluan biota laut

DAFTAR PUSTAKA

- [APHA] American Public Health Assosiation. 2012. Standard Methods For The Examination Of Water and Waste Water. 22th eds. Washington DC. American Water Works Assosiation and Water Pollution Control Federation.
- Besser JM, William GB, Thomas WM, Christopher JS. 2007. Biomonitoring of lead, zinc, and cadmium in streams draining lead-mining and non-mining areas, Southeast Missouri, USA. *Environ Monit Assess.* 129:227–241.
- [CCME] Canadian Council of Ministers of the Environment. 2001. Canadian Sediment Quality Guidelines for the Protection of Aquatic Life. Canada. Canadian Environmental Quality Guidelines.
- Effendi H. 2003. Telaah Kualitas Air Bagi Pengelolaan Sumberdaya Perairan. Yogyakarta. (ID). Kanisius.
- Fardiaz S. 1992. Polusi Air dan Udara. Yogyakarta (ID). Kanisius.
- [KLH] Kementerian Lingkungan Hidup. 2004. Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup Nomor 51 Tahun 2004 Tentang Baku Mutu Air Laut.

- Makmur M, Haryoto K, Setyo SM dan Djarot SW. 2012. Pengaruh limbah organik dan rasio n/p terhadap kelimpahan fitoplankton di kawasan budidaya kerang hijau Cilincing. *Jurnal Teknologi Pengelolaan Limbah*, 15 (2): 51-64.
- Maslukah L. 2006. Konsentrasi Logam Berat Pb, Cd, Cu, Zn dan Pola Sebarannya di Muara Banjir Kanal Barat, Semarang. [tesis]. Bogor. Institut Pertanian Bogor.
- Nontji A. 1984. Laut Nusantara. Jakarta (ID). Jembatan.
- [PTPIN] Pengembangan Terpadu Pesisir Ibukota Negara. 2014. Jakarta. Kementerian Koordinator Bidang Perekonomian.
- Ramlal PS. 1987. Mercury Methylation Dimethylation Studies at Southern India Lake. Kanada. Minister of Supply and Services.
- Simbolon AR, Carmudi dan Kusbiyanto. 2012. Peranan Kajian Komunitas Zoomakrobenthos sebagai penentu status Sungai Sungai Pelus Kabupaten Banyumas. Di dalam: Saryono, Retno S, Edy B, Ali R, Saporso, Teguh C, Acep T, editor. Prosiding Seminar Nasional dan Teknologi 2012. Peran *Corporate Social Responcibility* (CSR) dan Teknologi Berkelanjutan dalam Pemberdayaan menuju Masyarakat Madani; 2012 Mei 15; Purwokerto, Indonesia, Purwokerto. UPT Percetakan dan Penerbitan Universitas Jendral Soedirman. Hlm 72-79.
- Simbolon AR. 2014. Analisis Kualitas Lingkungan Hidup Simping (*placuna placenta*) di Pesisir Kabupaten Tangerang dan Risiko Kesehatan yang ditimbulkan. Institut Pertanian Bogor. [Tesis].
- Sikaily AE. 2003. Health risk assessment in relation to heavy metals pollution of Western Mediterranean Sea, Egypt. *J. Aquat BioL & Fish*. 7(4): 47 – 66.
- [SNI] Standar Nasional Indonesia . 2004. Air dan air limbah – Bagian 8: Cara uji timbal (Pb) dengan Spektrofotometri Serapan Atom (SSA)-nyala. SNI 06-6989.8-2004.
- [SNI] Standar Nasional Indonesia . 2004. Cara uji timbal (Pb) secara destruksi asam dengan spektrofotometer serapan atom (SSA) Sedimen - Bagian 3. SNI 06-6992.3-2004.
- Suwari. 2010. Model Pengendalian Pencemaran Air Pada Wilayah Kali Surabaya [disertasi]. Bogor. Institut Pertanian Bogor.
- Yenni Y, Jovita TM. 2005 Kandungan logam berat air laut, sedimen dan daging kerang darah (Anadara Granosa) di Perairan Mentok dan Tanjung Jabung Timur. *Jurnal Ilmu-ilmu Perairan dan Perikanan Indonesia*. 12(1): 27-32.

B - 07

**PENGELOMPOKKAN SEPULUH KULTIVAR MANGGA ASAL PAMANUKAN
BERDASARKAN KARAKTER ANATOMI TANGKAI DAN HELAIAN DAUN**

Tri Cahyanto¹, Ahmad Sopian¹, Muhammad Efendi²

¹Jurusan Biologi, Fakultas Sains dan Teknologi
Universitas Islam Negeri Sunan Gunung Djati Bandung
Jl. AH. Nasution 105 Bandung 40614, Jawa Barat

²Balai Konservasi Kebun Raya Cibodas – Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia
Jl. Kebun Raya Cibodas PO. BOX 19 Sindanglaya, Cipanas, Cianjur, Jawa Barat
E-mail: tri_cahyanto@uinsgd.ac.id, ilmuan001@gmail.com, muhammadefendi05@gmail.com

Abstract

Mangga (*Mangifera indica* L.) merupakan tanaman buah tropika dengan keragaman genetik tinggi sehingga berpotensi dikembangkan sebagai komoditas pangan nasional. Persebaran yang luas diduga menyebabkan adanya variasi intraspesies, seperti halnya pada jenis tanaman buah lainnya. Identifikasi keragaman mangga penting untuk diketahui hubungan kekerabatannya sehingga memperjelas pengelompokkan mangga di Indonesia. Penelitian ini bertujuan mengidentifikasi dan mengelompokkan kultivar mangga berdasarkan data anatomi daun dan tangkai daun.

Sebanyak 10 jenis kultivar mangga dikoleksi dari Pamanukan, Kab. Subang. Pembuatan preparat paradermal dilakukan dengan metode *whole mount*, sedangkan irisan melintang dengan metode parafin.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa kesepuluh kultivar mangga yang diamati memiliki tipe aktinositik hanya pada bagian abaksial (*hypostomatic*). Jumlah sel tetangga berkisar antara empat dan dua belas sel. Berdasarkan bentuk sel epidermis, dikelompokkan menjadi bentuk sel epidermis bulat berlekuk dangkal dan bergelombang, dengan jumlah jaringan palisade satu atau dua lapis. Bentuk berkas pengangkut pada tangkai daun juga menjadi karakter kunci pengelompokkan mangga. Begitu juga dengan bentuk kristal oksalat yang ditemukan pada tangkai dan helaian daun.

Kata kunci: Anatomi, mangga, paradermal, Subang, taksonomi.

PENDAHULUAN

Mangga (*Mangifera indica* L.), termasuk suku Anacardiaceae merupakan tanaman buah tropika yang memberikan sumbangan terbesar ketiga setelah pisang dan jeruk. *Mangifera indica* L. lebih banyak dibudidayakan oleh masyarakat dibandingkan dengan jenis mangga lainnya. Sampai saat ini, setidaknya terdapat 208 varietas yang

terdiri dari 298 klon dan 1568 pohon telah dikoleksi di Kebun Percobaan Cukur Gondang, Pasuruan (Widjaja, *et al.*, 2014).

Persebaran luas dan keragaman jenis yang tinggi menyebabkan mangga memiliki variasi intraspesies yang tinggi pula. Hal ini ditunjukkan dengan adanya variasi bentuk, ukuran, rasa, dan daun yang tersebar di seluruh Indonesia, sehingga terdapat banyak jenis kelompok kultivar dan kultivar dari buah mangga ini (Handayani, 2012; Agustin, 2013). Fitmawati *et al.* (2009) mengelompokkan 84 kultivar ke dalam delapan kelompok utama yaitu berem, gedong, arumanis, golek, kepodang, bapang, madu dan kebo berdasarkan data morfologi.

Pengelompokkan mangga berdasarkan data anatomi masih jarang dilakukan. Padahal, beberapa penelitian menunjukkan bahwa karakter tersebut mampu memperjelaskan status taksonomi beberapa marga tumbuhan (Baruah, 2007) Sebelumnya Handayani (2012), menemukan adanya variasi mangga cengkir berdasarkan data morfologi dan anatomi. Hal serupa juga dilakukan oleh Sharma *et al* (2012) menggunakan karakteristik pembuluh angkut pada tangkai daun mangga untuk diskriminasi taksonomi dari delapan varietas di Gujarat.

Upaya pendataan keragaman intraspesies mangga dari berbagai daerah penting untuk mengetahui hubungan kekerabatannya, sekaligus sebagai informasi dasar dalam pemuliaan tanaman mangga di Indonesia. Salah satunya daerah yang menarik diteliti adalah Pamanukan, Subang. Secara administrasi, Pamanukan berbatasan langsung dengan Indramayu yang dikenal sebagai salah satu pusat keanekaragaman mangga di Jawa Barat (Handayani, 2012). Namun, data keragaman kultivar mangga di daerah tersebut belum pernah dilaporkan. Penelitian ini bertujuan menginventarisasi keanekaragaman intraspesies mangga, sekaligus menganalisis tingkat kemiripan antar kultivar mangga yang ditemukan berdasarkan data anatomi.

METODE PENELITIAN

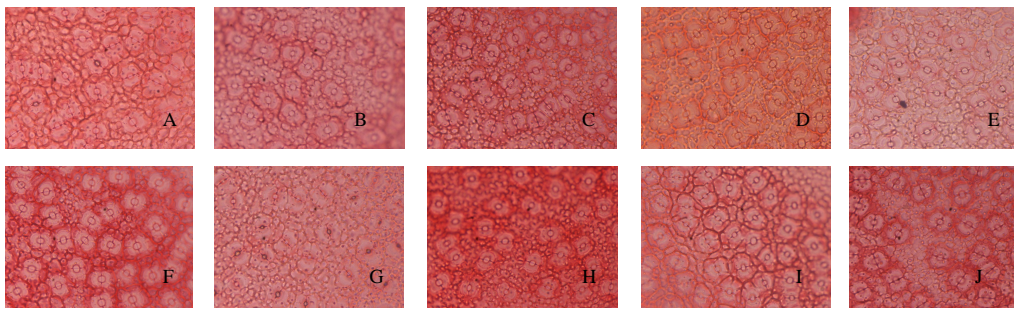
Sebanyak 10 kultivar mangga dikoleksi dari berbagai desa di Kecamatan Pamanukan, Subang. Sampel daun yang telah dikoleksi disimpan menggunakan alkohol 70%. Teknik pengambilan sampel mengacu pada Rugayah dkk. (2004). Pembuatan

preparat anatomi dilakukan dengan menggunakan metode pembuatan preparat paradermal (*whole mount*) berdasarkan Cutler (1978), sedangkan anatomi tangkai daun menggunakan metode preparat irisan melintang dengan metode paraffin berdasarkan Sass (1951). Karakter anatomi yang diamati meliputi tipe stomata, tipe daun, jumlah sel tetangga, bentuk sel epidermis, bentuk dinding sel epidermis, jumlah lapisan epidermis atas bawah, jumlah lapisan jaringan palisade, jumlah lapisan jaringan bunga karang, bentuk kristal dan letak kristal, sistem jaringan pengangkut dan bentuk jaringan pengangkut.

Analisis fenetik digunakan untuk mengetahui tingkat kemiripan dari kultivar mangga yang ditemukan. Data berupa data kualitatif dan kuantitatif karakter anatomi yang selanjutnya diberi skor sebagai data *multivariate*. Untuk mengetahui koefisien kemiripan menggunakan *Indeks Simple Matching* (SM). Analisis pengelompokan antar kultivar menggunakan *Unweight Pair Group With Aritmethical Average* (UPGMA). Hasil analisis data tingkat kemiripan antar kultivar disajikan dalam bentuk dendrogram menggunakan TREE. Secara keseluruhan, data diolah menggunakan program NTSys PC versi 21 (Rohlf, 1998).

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan pengamatan epidermal daun keseluruhan sampel menunjukkan struktur yang seragam. Seluruh kultivar mangga yang ditemukan memiliki tipe stomata aktinositik pada bagian bawah helaian daun sehingga dikategorikan sebagai tipe hyposomatik. Hal ini sesuai dengan pendapat Fahn (1995), stomata dikelilingi oleh lingkaran sel yang menyebar dalam radius tertentu. Jumlah sel tetangga yang mengelilingi stomata berkisar antara 4 dan 12. Jumlah sel tetangga dengan jumlah paling rendah terdapat pada 'gedong kraton' 4-7, dan yang paling banyak pada 'golek' yaitu 9-12 (**Gambar 1**).



Gambar 1. Struktur epidermal daun 10 kultivar *Mangifera indica* L. Perbesaran 40x. A.'apel', B.'bapang', C.'cengkir', D.'gedong kraton', E.'ganas', F.'gedong gincu', G.'golek', H.'gori', I.'arumanis, J.'simanalagi'.

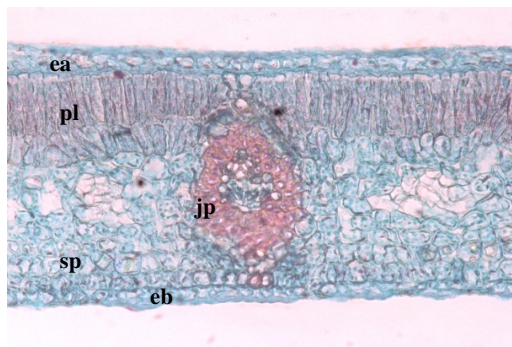
Sel epidermis dari 10 kultivar yang ditemukan tersusun secara acak dengan bentuk sel yakni bergelombang dan berlekuk. Pada umumnya, mangga memiliki bentuk sel epidermis bergelombang sedangkan bentuk sel berlekuk dangkal hanya ditemukan pada mangga ‘apel’ pada helaian atas daun. Pada helaian bawah daun, lebih banyak ditemukan bentuk berlekuk dibandingkan dengan bentuk sel bergelombang (**tabel 1**).

Tabel 1. Karakteristik epidermal 10 kultivar mangga di Pamanukan

Kultivar	Tipe stomata	Letak stomata	Σ sel tetangga	Dinding sel epidermis	
				Atas	Bawah
Apel	Aktinositik	Hypostomatik	6-8	Berlekuk dangkal	Berlekuk
Bapang	Aktinositik	Hypostomatik	7-12	Bergelombang	Bergelombang
Cengkir	Aktinositik	Hypostomatik	7-11	Bergelombang	Berlekuk
Ganas	Aktinositik	Hypostomatik	6-10	Bergelombang	Berlekuk
Gedong gincu	Aktinositik	Hypostomatik	5-8	Bergelombang	Berlekuk
Gedong kraton	Aktinositik	Hypostomatik	4-7	Bergelombang	Berlekuk
Golek	Aktinositik	Hypostomatik	9-12	Bergelombang	Bergelombang
Gori	Aktinositik	Hypostomatik	6-10	Bergelombang	Bergelombang
Arumanis	Aktinositik	Hypostomatik	6-9	Bergelombang	Berlekuk
Manalagi	Aktinositik	Hypostomatik	9-10	Bergelombang	Bergelombang

Pengamatan Irisan Melintang Daun

Hasil pengamatan irisan melintang daun kultivar mangga menunjukkan bahwa susunan jaringan dari yang teratas, yaitu epidermis atas jaringan palisade, jaringan jaringan pembuluh, jaringan bunga karang dan epidermis bawah (**Gambar 2**). Daun 10 kultivar mangga memiliki tipe daun dorsiventral yaitu daun yang hanya memiliki jaringan palisade pada satu sisi bagian atas saja (Fahn, 1995). Jaringan epidermis atas dan bawah terdiri dari satu lapis. Lapisan jaringan palisade/jaringan tiang yang banyak terdapat pada kultivar ‘apel’ yaitu 2-3 lapis, sedangkan yang lainnya terdiri dari 1-2 lapis. Lapisan jaringan bunga karang/sponge yang paling banyak terdapat pada kultivar ‘gedong gincu’ dan ‘gedong kraton’ sebanyak 7-8 lapis, sedangkan yang paling sedikit pada kultivar ‘arumanis’ yaitu 3-4 lapis. Pada daun mangga khususnya dalam sponge dan mesofil banyak tersebar kristal yang berbentuk kubus kecil, prisma dan stiloid (Tabel 2).



Gambar 2. Irisan melintang daun kultivar *mangifera indica* L., epidermis atas (ea), palisade (pl), jaringan pembuluh (jp), sponge (sp), epidermis bawah (eb).

Tabel 2. Karakteristik penampang melintang daun kultivar mangga

Kultivar	Tipe daun	Jumlah lapisan epidermis atas	Jumlah lapisan epidermis bawah	Jumlah lapisan jar. palisade	Jumlah lapisan jar. sponge	Kristal	Letak kristal
Apel	Dorsiventral	1 lapis	1 lapis	2-3 lapis	6-7 lapis	Kubus kecil	Sponge
Bapang	Dorsiventral	1 lapis	1 lapis	1 lapis	4-5 lapis	Kubus kecil	Mesofil
Cengkir	Dorsiventral	1 lapis	1 lapis	1-2 lapis	7-9 lapis	Kubus kecil	Mesofil
Ganas	Dorsiventral	1 lapis	1 lapis	1-2 lapis	6-7 lapis	Kubus kecil	Mesofil
Gedong gincu	Dorsiventral	1 lapis	1 lapis	1-2 lapis	7-8 lapis	Kubus kecil	Sponge
Gedong kraton	Dorsiventral	1 lapis	1 lapis	1 lapis	7-8 lapis	Kubus kecil	Mesofil
Golek	Dorsiventral	1 lapis	1 lapis	1 lapis	6-7 lapis	Kubus kecil dan stiloid	Mesofil
Gori	Dorsiventral	1 lapis	1 lapis	1 lapis	4-6 lapis	Kubus kecil	Mesofil
Harumanis	Dorsiventral	1 lapis	1 lapis	1 lapis	3-4 lapis	Kubus kecil	Mesofil
Manalagi	Dorsiventral	1 lapis	1 lapis	1 lapis	5-6 lapis	Kubus kecil dan stiloid	Mesofil

Pengamatan irisan melintang tangkai daun (*petiole*).

Tangkai daun kultivar mangga memiliki sistem jaringan pengangkut terpisah dan tertutup (tunggal), dan tersebar banyak kristal yang umumnya berbentuk drus dan prismatic. Terdapat dua bentuk jaringan pengangkut pada 10 kultivar yang diamati, yaitu bentuk U (*planoconvex*) pada kultivar ‘apel’, ‘bapang’, ‘ganas’, ‘golek’, ‘arumanis’, dan bentuk bulat (*circular*) pada kultivar ‘cengkir’, ‘gedong gincu’, ‘gedong kraton’, ‘gori’, ‘simanalagi’ (**Tabel 3**). Seperti hal, yang dilakukan Sharma *et al.* (2012), karakteristik pembuluh yang ditemukan dapat mendukung pengelompokan mangga.

Tabel 3. Penampang melintang tangkai daun 10 kultivar mangga

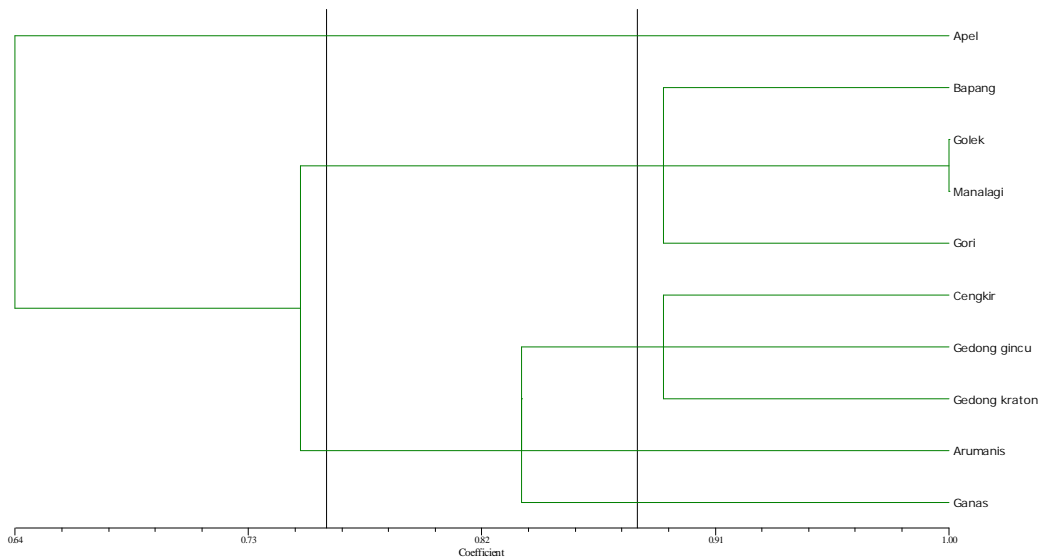
Kultivar	Sistem jaringan pengangkut	Bentuk jaringan pengangkut	Kristal
Apel	Jaringan pengangkut terpisah dan tertutup	Membentuk cincin atau sebagian membentuk seperti huruf U	Drus, kubus kecil
Bapang	Jaringan pengangkut terpisah dan tertutup	Membentuk lingkaran/ cincin utuh	Drus, prismatic
Cengkir	Jaringan pengangkut terpisah dan tertutup	Membentuk lingkaran/ cincin utuh	Drus, prismatic
Ganas	Jaringan pengangkut tersambung dan tertutup	Membentuk cincin atau sebagian membentuk seperti huruf U	Drus, prismatic/kubus kecil
Gedong gincu	Jaringan pengangkut terpisah dan tertutup	Membentuk lingkaran/ cincin utuh	Drus
Gedong kraton	Jaringan pengangkut terpisah dan tertutup	Membentuk lingkaran/ cincin utuh	Drus, prismatic/ kubus kecil

Golek	Jaringan pengangkut terpisah dan tertutup	Membentuk lingkaran/ cincin utuh	Drus, prisma/ kubus kecil
Gori	Jaringan pengangkut terpisah dan tertutup	Membentuk lingkaran dan seperti bercuping	Drus, kubus kecil
Arumanis	Jaringan pengangkut terpisah dan tertutup	Membentuk seperti sabit	Drus, kubus kecil/ prisma
Manalagi	Jaringan pengangkut terpisah dan tertutup	Membentuk lingkaran/ cincin utuh	Drus, kubus kecil/ prisma

Tingkat kemiripan kultivar mangga berdasarkan karakter anatomi

Data morfologi yang telah diperoleh, selanjutnya digunakan untuk menganalisis tingkat kemiripan kultivar mangga yang ditemukan menggunakan program NTSys versi 2.1. Sebanyak 15 karakter anatomi digunakan untuk menyusun fenogram sehingga didapatkan hasil seperti tersaji pada **Gambar 3**. Secara umum, dari 10 kultivar yang ditemukan terbentuk tiga kelompok utama dengan tingkat kemiripan berkisar antara 0.64 dan 1.00. Hal ini mengindikasikan bahwa secara anatomi kultivar mangga yang ditemukan memiliki variasi yang cukup tinggi. Namun, nilai kemiripan tersebut masih lebih tinggi dibandingkan dengan penelitian Handayani (2012).

Kelompok I hanya terdiri dari mangga ‘apel’, terpisah dari kelompok lainnya berdasarkan bentuk sel epidermis pada helaian atas daun. Pada kelompok II terdiri dari ‘bapang’, ‘golek’, ‘gori’ dan ‘manalagi’ dengan tingkat kemiripan sebesar 0.76, dengan karakter yang menyatukan yaitu epidermis bagian bawah berbentuk bergelombang. Kelompok III terdiri dari mangga ‘ganas’, ‘arumanis’, ‘gedong kraton’, ‘gedong gincu’ dan ‘cengkir’ dengan tingkat kemiripan 0.83, dengan karakter yang mengelompokkan sel epidermis bagian bawah berlekuk. Walaupun demikian, pengelompokkan secara anatomi tidak bersesuaian dengan pengelompokkan yang dilakukan oleh Fitmawati *et al.* (2009).



Gambar 3. Dendrogram tingkat kemiripan 10 kultivar mangga di Pamanukan berdasarkan data anatomi tangkai dan helaian daun

SIMPULAN DAN SARAN

Kesepuluh kultivar mangga yang diamati memiliki tipe aktinositik dan hanya pada bagian abaksial (*hypostomatic*). Jumlah sel tetangga berkisar antara empat dan dua belas sel. Berdasarkan bentuk sel epidermis, dikelompokkan menjadi bentuk sel epidermis bulat berlekuk dangkal dan bergelombang, dengan jumlah jaringan palisade satu, dua atau tiga lapis. Dua bentuk jaringan pengangkut yang ditemukan yakni bentuk U (*planoconvex*) dan bentuk lingkaran utuh (*circular*). Analisis fenetik berdasarkan data anatomi membentuk tiga kelompok besar dengan tingkat kemiripan sebesar 0.64 dan 1.00. Kedepannya, analisis fenetik dengan sampel yang lebih luas diperlukan.

DAFTAR PUSTAKA

- Agustin, N.N., H.J.B. Suwasono & T. Wardiyati. 2013. Identification morphology diversity of mango leaf (*Mangifera indica* L.) in cross plants between arumanis 143 varieties and podang urang 2 Years. Universitas Brawijaya. *Jurnal Produksi Tanaman* 1 (1), h. 61-69
- Baruah, A. 2007. Petiolar anatomy as an aid for taxonomic discrimination of *Cinnamomum* species (Lauraceae) from North East India. *Phytomorphol* 57(3-4), h. 227-231.
- Cutler, D. F. 1978. *Applied Plant Anatomy*. Longman. London and New York, 313h.
- Fahn, A. 1995. *Anatomi Tumbuhan*. UGM Press. Yogyakarta.
- Fitmawati., A. Hartana & B. S. Purwoko. 2009. Taxonomy of cultivated Indonesian mango in practice. *Jurnal Argon Indonesia* 37 (2), h. 130-137.FAO. Food, Agriculture Organization. 1989. *International Board on Plant Genetics Resources*. Descriptors for Mango
- Handayani, R. 2012. *Keragaman Cengkir di Kabupaten Indramayu*. [Skripsi]. Jurusan Biologi Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam. Institut Pertanian Bogor, 25h.
- Rohlf, F.J. 1998. *NTSys-PC. Numerical Taxonomy and Multivariate Analysis version 2.0.User Guide*. Applied Biostatistic Inc. New York, h. 105-110.
- Rugayah, A., Retnowati., F.I. Windadri & A. Hidayat. 2004. Pengumpulan Data Taksonomi. Dalam: Rugayah., E.A. Widjaja., Praptiwi, eds. *Pedoman Pengumpulan Data Keanekaragaman Flora*.Puslit Biologi LIPI. Bogor, h. 5- 42.
- Sass, J.E. 1951. *Botanical Microtechnique*. 2nd edition. The Iowa State College Press. Iowa. USA.
- Sharma, B.G., S. Albert & H. K. Dhaduk. 2012. Petiolar anatomy as an aid to the identification of *Mangifera indica* L. varieties. *Junagadh Agriculture Gujarat India. Not Sci Biol* 4 (1), h. 44-47.
- Widjaja, E.A., Y. Rahayuningsih., J.S. Rahayoe., R. Ubaidah., I. Maryanto., E.B. Walujo & G. Semiadi. 2014. *Kekinian Keanekaragaman Hayati Indonesia 2014*. LIPI Press. Jakarta, 344 h.

**KEANEKARAGAMAN KRUSTASEA DI KAWASAN MANGROVE DESA
GEDANGAN, KECAMATAN PURWODADI, KABUPATEN PURWOREJO,
JAWA TENGAH**

Slamet Mardiyanto Rahayu¹⁾, Wiryanto²⁾, dan Sunarto²⁾

- 1) Mahasiswa Magister Biosain, Universitas Sebelas Maret, Surakarta
2) Staf Pengajar Magister Biosain, Universitas Sebelas Maret, Surakarta

Abstract

This research conducted in August 2016 to determine abundance and diversity level of crustacean in Gedangan Village mangrove area which run into degradation. Research location determined by purposive sampling method which decided 3 station including dense mangrove (far away from ponds), moderate density mangrove (nearby unused ponds) and rare density mangrove (nearby active ponds).

The research observed 17 species from 6 families of Crustacean i.e Ocypodidae, Grapsidae, Sesarmidae, Portunidae, Alpheidae and Penaeidae. Highest density of crustacea was found in station I (79 individu/100 m²) and lowest one in station III (8 individu/100 m²).

Evenness index and Shannon Weiner Diversity Index of Crustacea categorized as moderate level ($E = 0,56$ and $H' = 1,70$). Species of mangrove plants observed in station I and II is *Rhizophora mucronata*, meanwhile in station III is *R. mucronata*, *Nypa fruticans* and *Hibiscus tiliaceus*. Environmental factor of Gedangan's mangrove area classified as good condition (temperature 28-30°C, pH 7-8, dissolved oxygen 4,0-6,5 mg/l, salinity level 6-9 ppt and type of substrat is sandy mud). An appropriate abiotic condition will provides better mangrove environment to support highest biodiversity.

Keywords : Crustacean, mangrove, Gedangan, biodiversity

PENDAHULUAN

Hutan mangrove dapat didefinisikan sebagai suatu tipe hutan yang tumbuh di daerah pasang surut, terutama di pantai yang terlindung, laguna, muara sungai yang tergenang pasang dan bebas dari genangan pada saat surut yang komunitas tumbuhannya bertoleransi terhadap garam. Selanjutnya ekosistem mangrove merupakan suatu sistem yang terdiri atas organisme (tumbuhan dan hewan) yang berinteraksi dengan faktor lingkungannya di dalam suatu habitat mangrove (Onrizal, 2008).

Purworejo merupakan salah satu kabupaten yang berada di bagian selatan Provinsi Jawa Tengah. Kawasan mangrove di Kabupaten Purworejo terdapat di Kecamatan Purwodadi, Ngombol, dan Grabag (Pemerintah Kabupaten Purworejo, 2011). Desa Gedangan memiliki kawasan mangrove dan berada di Kecamatan Purwodadi. Kawasan mangrove di Kabupaten Purworejo semakin berkurang akibat adanya penebangan pohon, konversi menjadi area tambak budidaya ikan maupun udang, permukiman, dan area pertanian (Badan Perencanaan Pembangunan Daerah Kabupaten Purworejo, 2016). Penebangan dan berbagai bentuk konversi lahan mangrove di Kabupaten Purworejo telah menyebabkan terjadinya degradasi kawasan mangrove berupa berkurangnya tegakan mangrove yang signifikan. Berkurangnya tegakan mangrove mempengaruhi perubahan faktor fisika kimia lingkungan mangrove sehingga mengganggu kehidupan faunayang berasosiasi dengan vegetasi mangrove, misalnya krustasea.

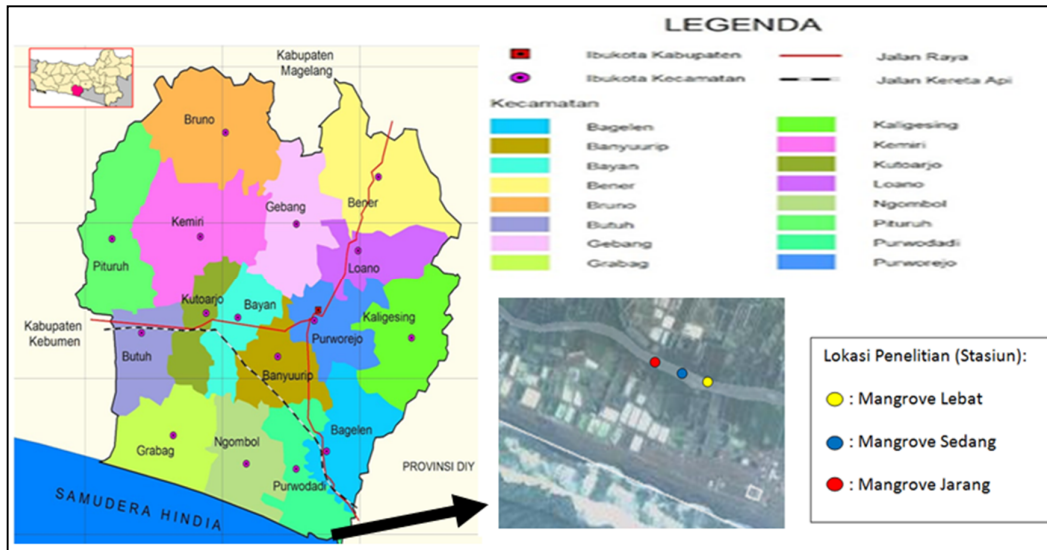
Degradasi kawasan mangrove menyebabkan perubahan komposisi dan struktur vegetasi mangrove (Odum, 1993), merusak keseimbangan ekosistem dan habitat (faktor fisika kimia lingkungan) serta kepunahan spesies ikan dan biota laut yang hidup di dalamnya, serta abrasi pantai (Polidoro *et al.*, 2010). Degradasi kawasan mangrove di Kabupaten Purworejo yang terjadi secara terus menerus dapat menyebabkan penurunan keanekaragaman vegetasi dan fauna krustasea yang berasosiasi dengan mangrove. Sampai saat ini belum ada data tentang keanekaragaman jenis krustasea di kawasan mangrove Desa Gedangan, Kecamatan Purwodadi, Kabupaten Purworejo, Jawa Tengah. Sehubungan dengan permasalahan tersebut, maka perlu dilakukan penelitian untuk mengetahui keanekaragaman krustasea di kawasan mangrove Desa Gedangan, Kecamatan Purwodadi, Kabupaten Purworejo, Jawa Tengah.

METODE PENELITIAN

Penelitian dilakukan pada bulan Agustus 2016. Penentuan lokasi dilakukan dengan metode *purposive sampling*. Desa Gedangan berada pada posisi 07°50'16,0"S-110°00'33,2"E. Ada tiga stasiun, yaitu mangrove lebat (jauh dari tambak), mangrove sedang

(dekat bekas tambak), dan mangrove jarang (dekat tambak).

Alat dan bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah patok kayu, meteran/rol meter, GPS, buku Pengenalan Mangrove Indonesia (Noor dkk., 2012), buku *A Guide to Mangrove of Singapore* (Ng and Sivasothi, 2001), pH meter, termometer, *Hand Refractometer*, DO meter, kamera digital, alat tulis serta, lap top.



Gambar 1. Lokasi Stasiun Penelitian di Kawasan Mangrove Desa Gedangan, Kecamatan Purwodadi, Kabupaten Purworejo, Jawa Tengah

Pengambilan Data

Pengambilan data mangrove dilakukan pada daerah intertidal (pang surut) yang terdiri dari tiga stasiun. Pada setiap stasiun terdiri atas 3 plot sebagai ulangan. Pengambilan data krustasea dilakukan pada setiap plot dengan memasang alat tangkap berupa pintur dan menggunakan jaring serok. Pengambilan data faktor lingkungan dilakukan secara *insitu* meliputi suhu air, pH, oksigen terlarut, salinitas, dan substrat.

Pengukuran Data

a. Kepadatan

$$K = \frac{\text{jumlah individu}}{\text{luas seluruh petak contoh}}$$

b. Indeks Keanekaragaman (H')

Indeks keanekaragaman (H') menggunakan rumus indeks keanekaragaman Shannon-

Wiener dalam Soegianto (1994), yaitu:

$$H' = - \sum \frac{ni}{N} \ln \frac{ni}{N}$$

Keterangan:

H' = indeks diversitas (keanekaragaman) Shannon-Wiener

ni = jumlah setiap jenis ke-i

N = jumlah total (keseluruhan) individu

c. Indeks Keseragaman (E)

Indeks keseragaman atau pemerataan (E') menggunakan rumus *Evennes Indeks* dalam Brower *et al.* (1990), sebagai berikut:

$$E = \frac{H'}{H_{max}}$$

Keterangan:

E = indeks pemerataan populasi

H' = indeks keanekaragaman

H max = H' maksimum

S = jumlah seluruh individu

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan penelitian ditemukan 17 jenis dari 6 famili krustasea yaitu Ocypodidae, Grapsidae, Sesarmidae, Portunidae, Alpheidae, dan Penaeidae. Terdapat variasi jenis krustasea mangrove di lokasi pengamatan (Tabel 1-3).

Tabel 1. Jenis Krustasea di Lokasi Mangrove Lebat

Famili	Jenis	Kepadatan (Ind/100m ²)	H'	E
Penaeidae	<i>Penaeus monodon</i>	3	2,42	0,55
Alpheidae	<i>Alpheus euprosyne</i>	1		
Portunidae	<i>Scylla serrata</i>	5		
	<i>Scylla paramamosain</i>	3		
Ocypodidae	<i>Uca annulipes</i>	13		
	<i>Uca vomeris</i>	10		

	<i>Uca tetragonon</i>	6		
	<i>Uca crassipes</i>	5		
	<i>Uca paradussumieri</i>	9		
	<i>Uca vocans</i>	8		
	<i>Uca rosea</i>	6		
Grapsidae	<i>Chiromantes eumolpe</i>	3		
Sesarmidae	<i>Parasesarma bidens</i>	7		
	Jumlah	79		

Tabel 2. Jenis Krustasea di Lokasi Mangrove Sedang

Famili	Spesies	Kepadatan (ind/100m ²)	H'	E
Alpheidae	<i>Alpheus Microrhynchus</i>	1	1,26	0,47
Portunidae	<i>Scylla Paramamosain</i>	0		
	<i>Scylla Serrata</i>	2		
Ocypodidae	<i>Uca Annulipes</i>	7		
	<i>Uca Vomeris</i>	4		
	Jumlah	15		

Tabel 3. Jenis Krustasea di Lokasi Mangrove Jarang

Famili	Jenis	Kepadatan (ind/100m ²)	H'	E
Alpheidae	<i>Alpheus euprosyne</i>	1	1,45	0,68
Penaeidae	<i>Penaeus merguensis</i>	1		
Portunidae	<i>Scylla paramamosain</i>	1		
Ocypodidae	<i>Uca annulipes</i>	4		
	<i>Uca vomeris</i>	2		
	Jumlah	8		

Kepadatan krustasea tertinggi di stasiun I sebanyak 79 individu/100m² dan terendah di stasiun III sebanyak 8 individu/100m². Rata-rata indeks keseragaman dan indeks keanekaragaman krustasea mangrove di Desa Gedangan termasuk kategori sedang (E = 0,56 dan H' = 1,70). Indeks keanekaragaman Shannon-Wiener dalam

Soegianto (1994) dikelompokkan menjadi tiga, yaitu keanekaragaman tinggi ($H' > 3$), keanekaragaman sedang ($1 \leq H' \leq 3$), dan keanekaragaman rendah ($H' < 1$). Berdasarkan penelitian dapat dikatakan bahwa penyebaran individu tiap spesies krustasea dan kestabilan komunitas sedang. Banyaknya spesies dalam suatu komunitas dan kelimpahan dari tiap spesies akan mempengaruhi keanekaragaman di suatu ekosistem. Keanekaragaman dalam suatu ekosistem akan berkurang jika semakin sedikit jumlah spesies (jenis) dan adanya variasi jumlah individu dari suatu spesies atau ada beberapa spesies yang memiliki jumlah individu yang lebih besar.

Indeks keseragaman (kemerataan) jenis kurstasea di kawasan mangrove Desa Gedangan termasuk kategori sedang. Indeks kemerataan (keseragaman) dapat digunakan untuk mengetahui seberapa besar kesamaan penyebaran jumlah individu setiap jenis dengan cara membandingkan indeks keanekaragaman dengan nilai maksimumnya. Semakin seragam penyebaran individu antarspesies maka keseimbangan ekosistem akan semakin meningkat. Nilai indeks kemerataan berkisar antara 0-1. Bila E mendekati 0 (nol), spesies penyusun tidak banyak ragamnya, ada dominansi dari spesies tertentu dan menunjukkan adanya tekanan terhadap ekosistem. Sedangkan, bila E mendekati 1 (satu), jumlah individu yang dimiliki antarspesies tidak jauh berbeda, tidak ada dominansi dan tidak ada tekanan terhadap ekosistem.

Krustasea merupakan salah satu hewan benthosdisamping moluska yang memakan bahan tersuspensi (*filter feeder*) dan umumnya sangat dominan pada substrat berpasir serta berlumpur. Jenis yang ditemukan merupakan jenis udang dan kepiting yang biasa hidup di daerah pasang surut dan termasuk ke dalam kategori pemakan serasah mangrove dan daun mangrove segar. Parameter lingkungan yang diukur dalam penelitian ini adalah suhu, keasaman, oksigen terlarut, salinitas, dan substrat (Tabel 4).

Tabel 4. Parameter Lingkungan (Nilai Rata-rata) Mangrove Desa Gedangan, Kecamatan Purwodadi, Kabupaten Purworejo, Jawa Tengah

Stasiun	Suhu (°C)	pH	DO (mg/l)	Salinitas (ppt)	Tekstur Tanah (Substrat)
Mangrove Lebat	29,30	7,30	4,76	7,66	lumpur berpasir
Mangrove Sedang	28,30	7,90	5,86	6,33	lumpur berpasir
Mangrove Jarang	28,00	7,73	5,46	6,00	lumpur berpasir

Lingkungan kawasan mangrove Desa Gedangan baik untuk kehidupan mangrove dan krustasea, yaitu suhu 28-30°C, pH 7-8, oksigen terlarut 4,0-6,5 mg/l, salinitas 6-9 ppt, dan substrat lumpur berpasir.

Suhu di lokasi pengamatan (perairan) berkisar antara 26°C hingga 30°C. Hal ini dikarenakan pengamatan dilakukan pada pagi hingga siang hari dan secara normal suhu di kawasan mangrove Desa Gedangan masih tergolong normal untuk kehidupan krustasea. Menurut Kolehmainen *et al.* (1974), suhu yang baik untuk mangrove tidak kurang dari 20°C.

Perbedaan suhu antarstasiun relatif kecil atau tidak berbeda nyata. Suhu perairan di kawasan mangrove Desa Gedangan relatif baik untuk menunjang kehidupan kepiting bakau (*S.serrata*) yang merupakan salah satu krustasea bernilai ekonomi tinggi. Suhu optimal untuk menunjang siklus hidup kepiting bakau jenis *Scylla serrata* menurut Shelley and Lovatelli (2011) berada pada kisaran 25-35°C. Cholik (1999) menyatakan suhu yang baik untuk pertumbuhan kepiting bakau yaitu berkisar 28-33°C dan jika suhu air dibawah 20°C maka pertumbuhan kepiting bakau lambat. Sedangkan *Scylla serrata* pada tingkat larva, kisaran suhu dan salinitas yang dapat mempercepat pertumbuhannya adalah pada kisaran suhu 28-30°C (Nurdiani and Zeng, 2007). Mawarni dkk. (2014) juga telah meneliti distribusi spasial kepiting bakau di perairan Karangantu, Banten dan menyatakan bahwa kepiting bakau terdistribusi pada perairan yang memiliki kisaran suhu 21-33°C dan pH 6-8.

Suhu perairan kawasan mangrove Desa Gedangan relatif baik untuk menunjang kehidupan udang seperti *P.monodon*, *P.merguiensis*, *Alpheus microrhynchus*, dan *A.euprosyne*. Suhu air mempunyai peranan paling besar dalam perkembangan dan pertumbuhan udang. Kecepatan metabolisme udang meningkat cepat sejalan dengan naiknya suhu lingkungan. Secara umum suhu optimal bagi udang windu (*P.monodon*)

adalah 25-30°C. Udang akan kurang aktif apabila suhu air turun di bawah 18°C dan pada suhu 15°C atau lebih rendah akan menyebabkan udang stres (Wardoyo, 1997).

Krustasea di kawasan mangrove Desa Gedangan memiliki toleransi yang tinggi dan kisaran faktor lingkungan yang luas terhadap variasi yang terjadi di habitat setempat dengan nilai parameter keasaman (pH) dapat dikatakan relatif seragam yang berkisar antara 7,0-8,0. Hal ini masih dianggap normal, karena menurut Gillikin, *et al.* (2004) nilai pH yang normal bagi perairan payau adalah antara 7,00 – 9,00. Untuk perairan estuari yang lebih ke arah darat, pH-nya berkisar antara 7,50 – 7,90 sedangkan pada perairan yang lebih ke arah laut, pH-nya akan cenderung seperti air laut yaitu 8,00 – 9,20. Menurut Siahainenia (2008) bahwa perairan yang memiliki kisaran pH 6,50-7,50 dikategorikan perairan yang cukup baik bagi kepiting bakau (*Scylla* spp.), sedangkan perairan dengan kisaran pH 7,5-9 dikategorikan sangat baik untuk pertumbuhan kepiting bakau (Shelley and Lovatelli, 2011). pH merupakan indikator keasaman dan kebasaaan air. pH perlu dipertimbangkan karena mempengaruhi metabolisme dan proses fisiologis udang. Kisaran optimum pH untuk pertumbuhan udang windu adalah 6,5-8,5 (Tsai, 1989).

Menurut Bright and Hogue (1972), salinitas merupakan faktor lingkungan yang sangat mempengaruhi keberadaan mangrove dan kehidupan krustasea. Berdasarkan data pengamatan rata-rata salinitas yang diperoleh di daerah pengamatan adalah berkisar 6-9 ppt. Kisaran tersebut masih dalam kisaran mesohalin (5-18 ppt) dan masih dapat mendukung kehidupan krustasea.

Sejalan dengan pendapat Kulkarni *et al.* (2010) bahwa salinitas sungai di kawasan mangrove berfluktuasi yang dipengaruhi oleh limpasan air tawar dari daratan dan masuknya air laut dari muara sungai. Menurut La Sara *et al.* (2006) bahwa *Scylla serrata* dapat mentolerir kisaran salinitas yang besar yaitu 2-40 ppt. La Sara *et al.* (2006) melaporkan bahwa salinitas terendah masih ditemukan *Scylla serrata* di bagian hulu sungai saat air pasang berkisar 4,8-7,5 ppt dan saat air surut 1,9-2,3 ppt.

Nilai rata-rata oksigen terlarut di kawasan mangrove Desa Gedangan berkisar antara 4,0-6,5 mg/l. Konsentrasi oksigen terlarut di perairan kawasan mangrove Desa

Gedangan relatif baik untuk menunjang kehidupan krustasea seperti udang dan kepiting. Menurut Susanto dan Muwarni (2006) kebutuhan oksigen untuk kehidupan kepiting bakau adalah >4 mg/L, sedangkan menurut Shelley and Lovatelli (2011), kebutuhan oksigen untuk pertumbuhan maksimal kepiting bakau adalah >5 mg/L, namun juga dinyatakan bahwa kepiting bakau memiliki toleransi terhadap konsentrasi oksigen terlarut yang rendah atau lebih kecil dari angka tersebut.

Konsentrasi oksigen terlarut yang rendah merupakan faktor yang paling lazim menyebabkan mortalitas dan kelambatan pertumbuhan udang. Kelarutan oksigen dalam air dipengaruhi suhu dan kadar garam. Kelarutan oksigen dalam air menurun kalau suhu dan kadar garam meningkat atau tekanan udara menurun. Konsentrasi oksigen terlarut minimum untuk menunjang pertumbuhan optimal udang adalah 4 mg/L (Tsai, 1989).

Berdasarkan data pengamatan dapat diketahui bahwa substrat di kawasan mangrove Desa Gedangan berupa lumpur berpasir yang relatif baik untuk kehidupan mangrove dan krustasea seperti kepiting. Menurut Bengen (2001), jenis substrat berkaitan dengan kandungan oksigen dan ketersediaan nutrisi dalam sedimen. Pada substrat berpasir, kandungan oksigen relatif lebih besar dibandingkan dengan substrat yang halus, karena pada substrat berpasir terdapat pori udara yang memungkinkan terjadinya pencampuran yang lebih intensif dengan air di atasnya.

Menurut Kasry (1996) tekstur substrat dasar yang baik bagi kehidupan kepiting bakau terdiri dari lempung berpasir (*Sandyloam*) atau tanah lempung berdebu (*siltyloam*) dan tidak bocor (porous) yang berfungsi untuk menahan air. Sejalan dengan pendapat Setiawan dan Triyanto (2012), tekstur substrat yang sangat halus seperti lempung berdebu disukai oleh kepiting bakau sebagai habitatnya. Kepiting bakau juga terdapat pada habitat yang memiliki tekstur sedang, namun tidak menyukai habitat yang bersubstrat kasar. Substrat lempung berdebu tersebut dalam kategori mudah digali oleh kepiting bakau untuk membuat liang atau lubang yang digunakan untuk membenamkan diri, bersembunyi, mempertahankan diri agar tetap dingin selama air surut dan melindungi diri dari predator (Motoh, 1979). Walton *et al.* (2006) menyatakan bahwa kepiting bakau berdistribusi secara luas diareal mangrove yang didominasi oleh substrat lumpur. Substrat yang halus di ekosistem mangrove banyak mengandung serasah dan bahan organik yang dihasilkan dari daun-daun mangrove yang jatuh ke lumpur sekitar

pohon mangrove yang terdekomposisi oleh bakteri sehingga banyak ditemukan makanan bagi organisme tertentu seperti kelompok Gastropoda (*Ellobiidae* dan *Potomididae*) yang diketahui merupakan salah satu makanan alami kepiting bakau (Avianto dkk., 2013).

Mangrove pada stasiun I dan II adalah *Rhizophora mucronata* (Tabel 5 dan 6). Adapun tumbuhan mangrove pada stasiun III adalah *R.mucronata*, *Nypa fruticans*, dan *Hibiscus tiliaceus* (Tabel 7).

Tabel 5. Tumbuhan Mangrove di Lokasi Mangrove Lebat

Fase	Petak			Jumlah	Kerapatan (Ind/Ha)
	1	2	3		
Pohon					
<i>R.mucronata</i>	0	0	12	12	400
Pancang					
<i>R.mucronata</i>	30	32	27	89	11867
Semai					
<i>R.mucronata</i>	24	34	34	92	76667

Tabel 6. Tumbuhan Mangrove di Lokasi mangrove Sedang

Fase	Petak			Jumlah	Kerapatan (Ind/Ha)
	1	2	3		
Pohon					
<i>R.mucronata</i>	0	0	0	0	0
Pancang					
<i>R.mucronata</i>	10	15	16	41	5467
Semai					
<i>R.mucronata</i>	20	25	32	77	69633

Tabel 7. Tumbuhan Mangrove di Lokasi Mangrove Jarang

Fase	Petak			Jumlah	Kerapatan (Ind/Ha)
	1	2	3		
Pohon					

<i>H.tiliaceus</i>	1	2	0	3	100
<i>N.fruticans</i>	0	0	1	1	33
<i>R.mucronata</i>	0	0	4	4	133
Pancang					
<i>R.mucronata</i>	7	7	8	22	2933
<i>H.tiliaceus</i>	6	0	0	6	800
Semai					
<i>R.mucronata</i>	14	14	41	69	57500

Terdapat keterkaitan antara vegetasi mangrove dengan krustasea di kawasan mangrove Desa Gedangan. Jenis vegetasi mangrove yang banyak terdapat di area mangrove lebat adalah *R.mucronata* baik pada fase pohon, pancang, dan semai. Kondisi ini sangat mendukung kehidupan krustasea kepiting sehingga jenis kepiting dan jumlah individu tiap jenis kepiting banyak ditemukan di lokasi mangrove lebat.

Berdasarkan observasi, bahwa kepiting bakau menyukai vegetasi mangrove yang memiliki sistem perakaran yang mampu menahan substrat lumpur lebih banyak dan membentuk tutupan perakaran yang padat pada bagian atas, sedangkan pada bagian bawah membentuk seperti gua-gua kecil di bawah perakaran pohon mangrove yang berfungsi sebagai tempat mencari makan dan bersembunyi di dalamnya. Menurut Wijaya (2011) kepiting bakau lebih banyak ditemukan di ekosistem mangrove dengan jenis vegetasi *Rhizophora* dan bersubtrat lumpur.

SIMPULAN DAN SARAN

Simpulan

Ditemukan 17 jenis dari 6 famili krustasea yaitu Ocypodidae, Grapsidae, Sesarmidae, Portunidae, Alpheidae, dan Penaeidae . Kepadatan krustasea tertinggi di stasiun I sebanyak 79 individu/100m² dan terendah di stasiun III sebanyak 8 individu/100m². Indeks keseragaman dan indeks keanekaragaman krustasea termasuk kategori sedang ($E = 0,56$ dan $H' = 1,70$). Mangrove pada stasiun I dan II adalah *Rhizophora mucronata* sedangkan pada stasiun III adalah *R.mucronata*, *Nypa fruticans*, dan *Hibiscus tiliaceus*. Lingkungan kawasan mangrove Desa Gedangan baik untuk

kehidupan mangrove dan krustasea, yaitu suhu 28-30°C, pH 7-8, oksigen terlarut 4,0-6,5 mg/l, salinitas 6-9 ppt, dan substrat lumpur berpasir. Semakin baik kondisi mangrove dengan faktor lingkungan yang mendukung maka semakin beragam jenis krustasea.

Saran

Perlu adanya pengelolaan dan pelestarian kawasan mangrove yang lebih baik melibatkan peran aktif masyarakat setempat dan dukungan dari pemerintah serta kalangan akademisi melalui berbagai upaya rehabilitasi dan pengembangan ekosistem mangrove di Desa Gedangan, Kecamatan Purwodadi, Kabupaten Purworejo, Jawa Tengah sesuai karakteristik setempat (*specific site*) demi terwujudnya pembangunan yang berkelanjutan (*sustainable development*).

DAFTAR PUSTAKA

- Avianto, I., Sulistiono, dan I. Setyobudiandi. 2013. Karakteristik habitat dan potensi kepiting bakau (*Scylla serrata*, *S. transquaberica*, dan *S. olivacea*) di hutan mangrove Cibako, Sancang Kabupaten Garut Jawa Barat. *J. Ilmu Perikanan dan Sumberdaya Perairan. Aquasains* 2 (1): 97-106.
- Badan Perencanaan Pembangunan Daerah Kabupaten Purworejo. 2016. *Potensi Unggulan Daerah*. Purworejo: Badan Perencanaan Pembangunan Daerah Kabupaten Purworejo.
- Bengen. 2001. Ekosistem dan Sumberdaya Pesisir dan Laut serta Pengelolaan secara Terpadu dan Berkelanjutan. *Prosiding Pelatihan Pengelolaan Wilayah Pesisir Terpadu* 29 Oktober – 3 November 2001. Bogor.
- Bright, D.B., and C.L. Hogue. 1972. *Science* 220: 1-58.
- Brower, J.E., Jerrold H. Z., and Car I.N. V.E., 1990. *Field and Laboratory Methods for General Ecology. Third Edition*. New York: Wm. C. Brown Publisher.
- Cholik, F. 1999. Review of mud crab culture research in Indonesia. In *Mud Crab Aquaculture and Biology. ACIAR Proceedings no.78*. Canberra. Australia: 14-20.
- Gillikin, D.P., B. de Wachter, J.F. Tack. 2004. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology* 301 (1): 93-109.
- Kasry, A. 1996. *Budidaya Kepiting Bakau dan Biologi Ringkas*. Medan: Bhratara Niaga.
- Kolehmainen, S., T. Morgan, and R. Castro. 1974. *Mangrove Root Communities in A Thermally altered area in Guayanilla Bay*. In Gibbons, J.W., and R.R. Sharitz

- (Eds) Thermal Ecology. U.S: Atomic Energy Commission.
- Kulkarni, V.A., T.G. Jagta, N.M. Mhalsekar, and A.N. Naik. 2010. Biological and environmental characteristics of mangrove habitats from Manori creek, West Coast, India. *Environ Monit Assess* 168:587-596.
- La Sara, J.A. Ingles, R.O. Aguilar, L.V. Laureta, R.B. Baldevarona, and S. Watanabe. 2006. Abundance and distribution patterns of *Scylla* spp. Larvae in the Lawele Bay, Southeast Sulawesi, Indonesia. *Asian Fisheries Sciences* 19: 331-347.
- Mawarni, M., R. Irnawati, dan A. susanto. 2014. Sebaran daerah penangkapan kepiting bakau (*Scylla* sp.) di perairan Karangantu Serang Banten. *J. Ilmu Pertanian dan Perikanan* 3 (1): 47-54.
- Motoh, H. 1979. Edible crustaceans in Philippines. 11th *Scylla serrata* (Forsskal), in A series. *Asian Aquaculture* 2 (1): 5-10.
- Ng, Peter K.L. and N. Sivasothi. 2001. *A Guide to Mangroves of Singapore*. Singapore: Singapore Science Center.
- Noor, Y.R., Khazali M., dan I.N.N Suryadiputra. 2012. *Panduan Pengenalan Mangrove di Indonesia*. Bogor: Wetlands International Indonesia Programme.
- Nurdiani, R. and C. Zeng. 2007. Effects of temperature and salinity on the survival and development of mud crab, *Scylla serrata* (Forsskal), larvae. *Aquaculture Research* 38: 1529-1538.
- Odum, E.P. 1993. *Dasar-Dasar Ekologi*. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press.
- Onrizal. 2008. *Panduan Pengenalan dan Analisis Vegetasi Hutan Mangrove*. Medan: Universitas Sumatera Utara.
- Pemerintah Kabupaten Purworejo. 2011. *Peraturan Daerah Kabupaten Purworejo Nomor.27 Tahun 2011 Tentang Rencana Tata Ruang Wilayah Kabupaten Purworejo Tahun 2011-2031*. Purworejo: Pemerintah Daerah Kabupaten Purworejo.
- Polidoro, B.A., Carpenter, K.E., Collins, L., Duke, N.C., Ellison, A.M., Ellison, E.J., Farnsworth, Fernando, E.S., Kathiresan, K., Nico, E., Koedam, Livingstone, S.R., Miyagi, T., Moore, G.E., Nam, V.N., Ong, J.E., Primavera, J.H., Salmo, S.G., Sanciango, J.C, Sukardjo, S., Wang, Y., and J.W.H. Yong. 2010. The Loss of Species: Mangrove extinction risk and geographic areas of global concern. *PLoS ONE* April 2010 (5): 1-10.
- Setiawan, F. dan Triyanto. 2012. Studi kesesuaian lahan untuk pengembangan silvofishery kepiting bakau di Kabupaten Berau, Kalimantan Timur. *Limnotek* 19 (2): 158-165.
- Shelley, C. and A. Lovatelli. 2011. *Mud Crab Aquaculture A Practical Manual*. Roma: FAO Fisheries and Aquaculture Technical Paper.
- Siahainenia, L. 2008. Bioekologi kepiting bakau (*Scylla* spp.) di ekosistem mangrove Kabupaten Subang Jawa Barat. *Disertasi*. Bogor: Sekolah Pascasarjana Institut

Pertanian Bogor.

- Soegianto, A. 1994. *Ekologi Kuantitatif: Metode Analisis Populasi dan Komunitas*. Jakarta: Usaha Nasional.
- Susanto, G.N. dan Murwani. 2006. Analisis secara ekologis tambak alih lahan pada kawasan potensial untuk habitat kepiting bakau (*Scylla* spp.) *Prosiding Seminar Nasional Limnologi 2006 Puslit Limnologi-LIPI*:284-292.
- Tsai, C. K. 1989. “Pengelolaan Mutu Air (Shrimp Pond Water Quality Management)”. *Lokakarya Pengelolaan Budidaya Udang*. Badan Penelitian dan Pengembangan Perikanan Bekerja Sama dengan American Soybeans Association. Yayasan Pendidikan Wijayakusuma dan Institut Politeknik Indonesia.
- Wardoyo, S. 1997. *Pengelolaan Kualitas Air Udang Penaeid*. Dalam Pelatihan Manajemen Tambak Dan Hatcheri. Bogor.
- Walton, M.E., L. Le Vay, J.H. Leбата, J.Binas, and J.H. Primavera. 2006. Seasonal abundance, distribution and recruitment of mud crabs (*Scylla* spp.) in replanted mangroves. *Estuarine Coastal and Shelf Science* 66: 493-500.
- Wijaya, N.I. 2011. Pengelolaan zona pemanfaatan ekosistem mangrove melalui optimasi pemanfaatan sumberdaya kepiting bakau (*Scylla serata*) di Taman Nasional Kutai Provinsi Kalimantan Timur. *Disertasi*. Bogor: Institut Pertanian Bogor.

B -09

INVENTARISASI TUMBUHAN BERPOTENSI OBAT KAWASAN DIKLATSAR TLOGODRINGO TAWANGMANGU JAWA TENGAH

Eka Andy Santoso

Progam Studi Magister Biologi Universitas Diponegoro

Abstrak

Kawasan DIKLATSASR Tlogodringo memiliki ketinggian awal 1.700 m dpl yang menyimpan potensi keanekaragaman tumbuhan berpotensi sebagai obat yangberlimpah. Tumbuhan obat merupakan semua tumbuhan yang bagian tubuhnya berpotensi dijadikan obat dan mampu mengobati suatu penyakit.. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui jenis- jenis tumbuhan dan mengetahui famili (suku) yang mendominasi pada ketinggian 1.700 m dpl dan 1.900 m dpl di kawasan DIKLATSAR Tlogodringo yang berpotensi sebagai obat.

Metode yang digunakan adalah *random sampling* dan eksplorasi sepanjang kawasan DIKLATSAR dengan mencatat dan mengidentifikasi tumbuhan berpotensi obat pada setiap ketinggian tempat.

Hasil penelitian menunjukan ditemukan 15 jenis tumbuhan dengan 10 suku yang berpotensi obat 1.700 m. dpl dan ketinggian 1.900 m dpl ditemukan 10 jenis tumbuhan dengan 9 suku berpotensi obat di kawasan DIKLATSAR Tlogodringo. Suku yang mendominasi adalah Asteraceae (Compositae) dan jenis tumbuhan berpotensi obat yang terinventarisasi banyak terdapat pada ketinggian 1.700 m dpl. Berdasarkan penelitian disimpulkan semakin tinggi ketinggian tempat keanekaragaman tumbuhan obat semakin sedikit.

Kata Kunci: Inventarisasi, Tumbuhan Potensi Obat, Kawasan DIKLATSAR, Tlogodringo

PENDAHULUAN

Perbukitan yang berada di Tlogodringo Tawangmangu adalah salah satu bukit yang terletak di bagian selatan gunung Lawu Jawa Tengah. Lereng selatan gunung Lawu merupakan kawasan yang tanahnya subur, dikarenakan daerah tangkapan hujan. Kawasan bukit Tlogodringo ini terletak di Desa Gondosuli Tawangmangu dengan ketinggian puncak 2.054 m. dpl. Bukit Tlogodringo ini seringkali digunakan oleh pencinta alam sebagai kawasan pendidikan dan latihan dasar (DIKLATSAR). Hal ini dikarenakan, kawasan bukit Tlogodringo memiliki permukaan tanah yang curam dan terjal. Selain itu, bukit Tlogodringo juga terdapat banyak vegetasi yang tumbuh liar. Tumbuhan liar yang ada dibukit

Tlogodringo memiliki potensi sebagai tumbuhan obat sehingga perlu untuk dilakukan inventarisasi dan identifikasi. Hasil penelitian Kustiari (2015), menunjukan bahwa jenis-jenis tumbuhan *survival* yang telah terinventarisasi dari jalur DIKLATSAR Tlogodringo Karanganyar pada ketinggian 1.700 m.dpl ditemukan 8 suku meliputi 11 jenis, 1.850 m.dpl ditemukan 6 suku meliputi 7 jenis, dan 2.000 m.dpl ditemukan 3 suku meliputi 3 jenis.

Inventarisasi tumbuhan merupakan pencatatan dan pengumpulan data dari penelitian tentang tumbuhan, pendataan dilakukan dengan cara mengklasifikasi dan determinasi tumbuhan sesuai dengan ciri morfologinya. Penelitian Setyawan dan Sugiyarto (2001: 162) di hutan Jobolarangan Tlogodringo Desa Gondosuli Gunung Lawu setidaknya terdapat 142 spesies *Spermatophyta*, diantaranya 126 spesies yang berasal dari 54 familia telah teridentifikasi, terdiri 78 herba, 26 semak, dan 21 pohon.

Tumbuhan obat adalah seluruh spesies yang diketahui atau dipercaya mempunyai khasiat obat. Seluruh bagian dari tanaman obat (daun, batang atau akar) mempunyai khasiat sebagai obat dan digunakan sebagai bahan mentah dalam pembuatan obat modern atau obat tradisional (Hariani, 1990). Tanaman obat mempunyai hubungan erat dengan masyarakat, baik sebagai sumber mata pencaharian dan pendapatan petani maupun sebagai peluang untuk menjanjikan banyak pilihan usaha tani mulai dari pra sampai pasca budidaya (Sitepu dan Sutigno, 2001). Selain itu, tumbuhan obat juga digunakan untuk kesehatan ternak (Kone dan Antidehou, 2008). Senada dengan yang dilakukan oleh Anggana (2011), mengenai kajian etnobotani di Kawasan TNGM bahwa masyarakat memiliki interaksi dengan keanekaragaman tumbuhan salah satunya untuk penggunaan tumbuhan obat.

Inventarisasi jenis tumbuhan potensi untuk sebagai tumbuhan obat di kawasan DIKLATSAR Tlogodringo Kabupaten Karanganyar Jawa Tengah belum pernah dilakukan, sehingga perlu dilakukannya penelitian yang bertujuan mengetahui jenis-jenis dan suku tumbuhan yang memiliki potensi obat ada di kawasan DIKLATSAR perbukitan Dukuh Tlogodringo. Hasil penelitian ini nantinya diharapkan agar menambah *database* tentang tumbuhan obat dan

memberikan pengetahuan masyarakat jenis- jenis tentang tumbuhan obat yang hidup di kawasan DIKLATSAR Tlogodringo Kabupaten Karanganyar Jawa Tengah.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilakukan di bukit Kawasan DIKLATSAR Tlogodringo Desa Gondosuli Tawamangu Kabupaten Karanganyar Jawa Tengah pada November 2015-April 2016. Alat- alat yang digunakan meliputi 1) alat untuk pengamatan alapangan yaitu rollmeter, tali plastik, patok, dan pisau/ guting. 2) perangkat untuk pengamatan faktor lingkungan yaitu termohigrometer, *soil tester* dan altimeter. 3) seperangkat untuk pengambilan sampel yaitu alat tulis dan buku lapangan, plastik ziplock ukuran 30x40 cm, alat pengepres (kayu triplek), kertas herbarium, etiket gantung, gunting, pisau, cangkul/ linggis, dan tali plastik. Adapun juga bahan yang diperlukan meliputi alkohol 70% dan aquades.

Metode yang digunakan dalam penelitian sepanjang kawasan dengan metode *random sampling* dan eksplorasi sepanjang 150 meter kawasan DIKLATSAR dengan mencatat dan mengidentifikasi tumbuhan berpotensi obat pada setiap ketinggian tempat. Populasi pada penelitian ini adalah seluruh tumbuhan berpotensi obat disekitar kawasan DIKLATSAR Tlogodringo Tawamangu Kabupaten Karanganyar. Sampel pada penelitian ini adalah tumbuhan berpotensi sebagai obat yang berada pada ketinggian 1.700 mdpl dan 1,900 mdpl disetiap kali perjumpaan. Setiap sampel tumbuhan yang ditemukan akan diambil dan dijadikan koleksi dengan dibuat herbarium (awetan kering). Semua jenis- jenis tumbuhan yang berpotensi sebagai obat yang telah diketahui akan diidentifikasi. Pengumpulan data menggunakan beberapa cara yakni secara eksplorasi, indentifikasi, wawancara, kepustakaan, dokumentasi dan pembuatan herbarium.

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

Hasil penelitian yang dilakukan pada kawasan DIKLATSAR Bukit Tlogodringo Desa Gondosuli Kecamatan Tawamangu Kabupaten Karanganyar, Provinsi Jawa Tengah pada ketinggian yang berbeda menunjukkan bahwa untuk ketinggian 1.700 mdpl Pada ketinggian ini letaknya di sebuah dataran bukit Tlogodringo yang memiliki struktur datar. Ketinggian 1.700 mdpl ini sering ditemukan warga Dukuh Tlogodringo beraktivitas seperti mencari kayu bakar. Sebelah selatan ketinggian 1.700 mdpl ini terdapat jurang yang curam dengan kemiringan 70°. Pada ketinggian 1.700 mdpl ini, permukaan tanahnya sedikit basah dan lembab. Kondisi udara mencapai 27,8°C, dan kelembaban udara 57%. Kondisi tanah gembur dan berwarna kecoklat tua dengan pH tanah 7. Sedangkan pada ketinggian 1.900 mdpl memiliki medan yang datar, namun kondisi jalurnya curam dan bebatuan dengan sebelah kanan kiri jurang dengan kondisi lingkungan yang sedikit basah dan lembab. Kondisi vegetasi pada ketinggian ini tidak terlalu melimpah dibandingkan ketinggian sebelumnya yang dapat dijadikan tumbuhan obat. Kondisi suhu pada ketinggian 1.900 mdpl ini mencapai 26,9°C dengan kelembaban udara 73%. Kondisi tanahnya memiliki permukaan yang basah dan lembab dengan warna coklat tua dengan pH tanahnya adalah 6,8.

Pada suhu ketinggian 1.900 mdpl ini lebih rendah dibandingkan ketinggian 1.700 mdpl dikarenakan semakin tinggi tempat maka suhu akan semakin rendah dan kelembaban udara akan semakin tinggi. Selain itu, untuk jenis tumbuhan yang diperoleh lebih banyak di ketinggian 1.700 mdpl dibandingkan 1.900 mdpl. Hal ini sejalan dengan penelitian yang dilakukan oleh Rosadi (2015), yang menyatakan bahwa semakin meningkat suatu tempat maka kelimpahan vegetasi jenis tumbuhan makin menurun. Perbedaan ketinggian tempat inilah yang mempengaruhi keadaan lingkungan terhadap tumbuhan, terutama untuk suhu, kelembaban, intensitas cahaya, dan keadaan tanah sehingga dapat mempengaruhi pertumbuhan dari tumbuhan tersebut (Muhammad, 2009).

Hasil yang didapatkan pada ketinggian 1.900 mdpl telah terinventarisasi suku dari jenis tumbuhan dengan diantaranya 3 jenis tumbuhan sama dengan ketinggian 1.700 mdpl.

Tabel 1. Hasil Inventarisasi Tumbuhan Obat di Jalur DILATSAR Tlogodriingo

No.	Familia	Spesies	Nama Lokal	Ketinggian
1.	Cyatheaceae	<i>Alsophila glauca</i>	Paku tihang	1.700 mdpl dan 1.900 mdpl
2.	Poaceae (Gramineae)	<i>Imperata cylindrica</i>	Alang- alang	1.700 mdpl
3.	Polygalaceae	<i>Polygala paniculata</i>	Sepuan	1.700 mdpl
4.	Apiaceae	<i>Centella asiatica</i>	Pegagan	1.700 mdpl
5.	Verbenaceae	<i>Lantana camara</i>	Cente manis	1.700 mdpl
		<i>Ageratum conyzoides</i>	Bandotan	1.700 mdpl
		<i>Ageratum houstonianum</i>	Bandotan	1.700 mdpl
		<i>Synedrella nodiflora</i>	Legetan	1.700 mdpl
6.	Asteraceae (Compositae)	<i>Emilia sonchfolia</i>	Tempuh wiyung	1.700 mdpl
		<i>Eupatorium riparium</i>	Teklan	1.700 mdpl dan 1.900 mdpl
		<i>Eupatorium inulifolium</i>	Babanjaran	1.700 mdpl dan 1.900 mdpl
7.	Melastomataceae	<i>Melastoma malabathricum</i>	Sengganen	1.700 mdpl
8.	Plantaginaceae	<i>Plantago major</i>	Daun sendok	1.700 mdpl
9.	Myrsinaceae	<i>Ardisia humilis</i>	Lempeni	1.700 mdpl
10.	Fabaceae	<i>Acacia decurrens</i>	Akasia	1.700 mdpl
11.	Polypodiaceae	<i>Davallia leucostagia</i>	Paku sepat	1.900 mdpl
		<i>Acrostichum speciosum</i>	Paku laut	1.900 mdpl
12.	Rosaceae	<i>Rubus moluccanus</i>	Brembet	1.900 mdpl
13.	Piperaceae	<i>Piper betle</i>	Sirih	1.900 mdpl
14.	Balsaminaceae	<i>Impatiens platypetala</i>	Pacar banyu	1.900 mdpl
15.	Moraceae	<i>Ficus firtulosa</i>	Pohon beunying	1.900 mdpl
16.	Passifloraceae	<i>Passiflora foetida</i>	Rambusa	1.900 mdpl

Jenis- jenis tumbuhan yang ditemukan di kawasan DIKLATSAR Bukit Tlogodringo Tawamangu Jawa Tengah yeg tercantum dari 22 jenis tumbuhan dari 16 suku berhasil teridentifikasi dan semua berpotensi sebagai tumbuhan obat.

- Suku Cytheaceae, jenis tumbuhan yang didapatkan paku tiang (*Alsophila glauca*) memiliki manfaat sebagai tumbuhan obat. Bagian yang dimanfaatkan sebagai tumbuhan obat yakni tangkai daun muda dan pucuk atau umbutnya yang berkhasiat untuk mengobati sakit perut dan mencret. Cara pengolahannya tangkai muda daun tumbuhan *Alsophila glauca* ini direbus dengan air hingga mendidih selama 15 menit, lalu disaring. Hasil saringan diminum sekaligus.
- Suku Poaceae, jenis tumbuhan yang didapatkan alang- alang (*Imperata cylindrica*), memiliki stolon geragih alang-alang yang direbus dan diminum airnya dapat digunakan untuk mengobati penyakit kolesterol tinggi, demam, muntah darah, trigliserida tinggi, hipertensi, dan radang ginjal. Akar alang- alang mengandung kersik.

- c. Suku Polygalaceae, jenis tumbuhan yang didapatkan sepuan (*Polygala paniculata*) memiliki khasiat sebagai obat. Seduhan yang dibubuhi gula merupakan obat penyakit pinggang dan kencing nanah. Akarnya yang berwarna kuning muda dan berbau harum kadang-kadang digunakan untuk pewangi pakaian di lemari, juga dapat didestilasi untuk menghasilkan minyak atsiri yang harum karena mengandung metal salisilat.
- d. Suku Apiaceae, jenis tumbuhan yang didapatkan pegagan (*Centella asiatica*) yang dimanfaatkan untuk obat. Rebusan daun pegagan digunakan untuk obat asma, batu, radang usu, sariawan, antiinfeksi, penurun panas, anti racun, astri gensia, tonikulum (obat kuat atau penyegar), dan bronchitis. Selain itu, rebusan daunnya digunakan sebagai penyegar tubuh dan menyuburkan kandungan wanita serta memperlancar peredaran darah. Hal ini dikarenakan pada pegagan terdapat kandungan *asciaticoside*, *thankunside*, *madecassoside*, *brahmocide*, *brachmic acid*, *madasiatic acis*, *meso- inosetol*, *centellose*, *carotenoids*, garam K, Na, Ca, Fe, vellarine, *tanain*, *mucilago*, *resin*, *pectin*, gula, dan vitamin B. Efek farmakologis pegagan, diantaranya antiinfeksi, anturacun, penurun panas, peluruh air seni, antilepra, dan anti sifilis. Kebanyakan pada pegagan yang dimanfaatkan adalah organ daunnya dikarenakan berfungsi sebagai astringensia dan tonikum.
- e. Suku Verbenaceae, jenis tumbuhan yang diperoleh Cente manis (*Lantana camara*) dapat dimanfaatkan sebagai obat. Daun cente mengandung senyawa humulen (minyak terbang), betakariopilen, alfa pinene, gama terpidene, p-simen, asam lonta-nolik, asam laktik, lantadene A, dan lantadene B. Rebusan daunnya terasa pahit, sejuk beraroma dan agak beracun, dosis yang berlebihan dapat menyebabkan keracunan. Tumbuhan ini dapat digunakan untuk mengobati asma, batuk darah, TBC paru-paru.
- f. Suku Asteraceae, jenis tumbuhan yang didapatkan ada 6 jenis meliputi 1) bandotan (*Ageratum conyzoides* dan *Ageratum houstonianum*) digunakan remasan daunnya sebagai obat luka dan obat borok, luka terkena benda tajam atau luka baru akan cepat kering bila ditempelkan remasan daun

bandotan. Selain itu rebusan dan perasan daun bandotan juga bermanfaat sebagai antitoksin, mengobati sakit tenggorokan dan faringitis, menghentikan perdarahan, peluruh air seni, peluruh haid, dan tonikum. Wanita hamil dilarang minum ramuan dari bandotan karena dapat menyebabkan keguguran. 2) Legetan (*Synedrella nodiflora*) memiliki daun yang berkhasiat sebagai obat sakit perut, obat gosok, rematik, obat sakit gigi, sariawan, tuberkolosis, dan gigitan ular. Kandungan kimia yang ada di daun, batang dan akar tanaman ini mengandung saponin dan polifenol. 3) tempuh wiyung (*Emilia sonchifolia*) dimanfaatkan oleh masyarakat sebagai obat flu, infeksi saluran napas, radang paru- paru, serta infeksi akibat luka, bisul, memar maupun sariawan. 4) Teklan (*Eupatorium riparium*) dan babanjaran (*Eupatorium inulifolium*), tanaman ini dapat berfungsi sebagai peluruh air seni. Bagian yang banyak dimanfaatkan sebagai obat yakni bagian daunnya. Hal ini dikarenakan, daun tekla mengandung saponin, flavonoida dan polifenol.

- g. Suku Melastomataceae, diperoleh tumbuhan sengganen (*Melastoma malabathricum*), sebagai obat untuk mengobati pembekuan darah, memperlancar air susu, antidiare, dan tonikum. Biasanya Seluruh bagian tanaman mulai daun, kulit batang, akarnya yang digunakan.
- h. Suku Plantaginaceae, jenis tumbuhan yang diperoleh daun sendok (*Plantago major*) yang bermanfaat untuk mengobati penyakit infeksi saluran kencing, kencing berlemak, kencing berdarah, bengkak karena penyakit ginjal (nefrotik edema), batu empedeu, batu ginjal, radang prostat, demam, disentri, mimisan, dan batuk sesak ataupun batuk berdarah. Tumbuhan daun sendok (*Plantago major*) memiliki kandungan plantagin, aukbin, asamursolik, β - sitosterol, n- hentriankontan, methyl D- galakturonat, D- galaktosa, tanin, kalium dan vitamin (B1, C dan A).
- i. Suku Myrsinaceae, tumbuhan yang diperoleh Lemepeni (*Ardisia humili*) sebagai tumbuhan obat untuk menyembuhkan penyakit kulit seperti kudis.

Selain itu, tumbuhan ini memiliki buah yang bisa dimakan dan banyak dimanfaatkan oleh masyarakat untuk obat jantung.

- j. Suku Fabaceae, diperoleh jenis tumbuhan akasia (*Acacia decurrens*) manfaatnya digunakan mengobati sakit mata. Kulit kayunya dapat dipakai untuk obat batuk atau perangsang muntah (emetik). Daun dan bunga tumbuhan ini digunakan sebagai obat bagi para ibu sehabis melahirkan.
- k. Suku Polypodiaceae, diperoleh 2 jenis tumbuhan paku meliputi 1) Paku sepat (*Davallia leucostegia*), Tumbuhan paku sepat (*Davallia leucostegia*) ini mengandung asam hidrosianik (Irawati, 2012). Asam hidrosianik ini dapat digunakan untuk anti neoplastik (anti kanker) dengan proses produksilinamarin (Hartati dan Kurniasari, 2008). 2) Paku laut (*Acrostichum speciosum*), bermanfaat sebagai obat untuk menyembuhkan luka atau bengkak pada tubuh. Biasanya akarnya ditumbuk lalu dioleskan pada bagian yang sakit. Selain akar daunnya juga digunakan sebagai obat sifilis.
- l. Suku Rosaceae, diperoleh jenis tumbuhan brembet (*Rubus moluccanus*), Tumbuhan brembet (*Rubus moluccanus*) ini bermanfaat sebagai obat muntaber. Daunnya biasanya oleh masyarakat diolah dengan cara direbus lalu diminum
- m. Suku Piperaceae, diperoleh tumbuhan sirih (*Piper betle*) berkhasiat sebagai obat demam, mulas, lemah syaraf dan akarnya berguna untuk obat gigi nyeri.
- n. Suku Balsaminaceae, diperoleh tumbuhan (*Impatiens platypetala*), bagian daun tumbuhan pacar air (*Impatiens platypetala*) memiliki manfaat untuk mengobati luka pada kulit. Cairan pada daunnya yang biasanya digunakan untuk mengobati susah buang air kecil pada anak-anak.
- o. Suku Moraceae, diperoleh tumbuhan (*Ficus firtulosa*), bermanfaat sebagai obat mencret. Bagian biasanya digunakan adalah bagian pucuk daunnya.
- p. Suku Passifloraceae, diperoleh tumbuhan rambusa (*Passiflora foetida*), bermanfaat sebagai obat untuk menjaga kesehatan tulang, mencegah anemia, mencegah kanker, mengontrol tekanan darah, menjaga kesehatan

gusi, menyembuhkan gangguan ginjal, dan mengurangi rasa stres. Biasanya bagian yang dimanfaatkan pada tumbuhan rambusa adalah bagian buahnya. Hal ini dikarenakan di dalam buah rambusa terdapat kandungan kalsium, zat besi, antioksidan, fitronutrien, mineral, dan berbagai vitamin seperti vitamin C.

KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan dalam inventarisasi tumbuhan obat di kawasan DIKLATSAR Tlogodringo Karanganyar, Jawa Tengah dapat disimpulkan bahwa jenis-jenis tumbuhan obat yang telah terinventarisasi dari kawasan DIKLATSAR Tlogoringo pada ketinggian 1.700 m. dpl ditemukan 15 jenis tumbuhan obat dengan suku yang dominan adalah suku Poaceae, yaitu tumbuhan alang-alang (*Imperata cylindrica*) dan ketinggian 1.900 m. dpl ditemukan 10 jenis tumbuhan obat dengan suku yang dominan adalah suku Asteraceae yaitu tumbuhan teklan (*Eupatorium riparium*). Pada penelitian ini selanjutnya perlu dilakukan mengenai kajian pengembangan dan pemanfaatan tumbuhan obat untuk meningkatkan pendapatan warga Dukuh Tlogodringo Desa Gondosuli Tawamangu Karanganyar Jawa Tengah.

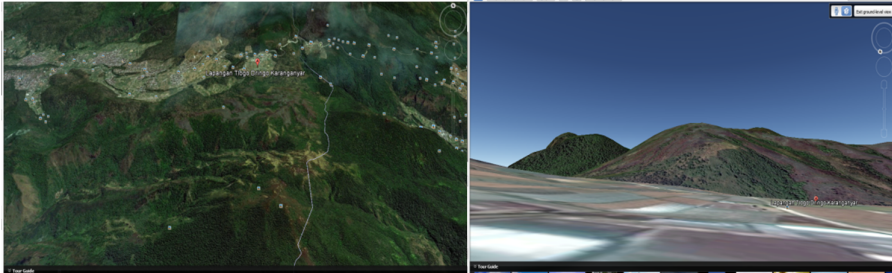
DAFTAR PUSTAKA

- Hariani, S. M. (1990). *Kamus Penyakit dan Tumbuhan Obat Indonesia*. Jakarta : Yayasan Obor Indonesia.
- Hartati, I. Dan Kurniasari, L. 2008. Inaktivasi Enzimatis pada Produksi Linamarin dari Daun Singkong sebagai Senyawa Anti Neoplastik. *Momentum* Vol. 4 (2): 1-6.
- Irawati, D. (2012). *Keragaman Jenis Tumbuhan Paku (Pteridophyta) di Cagar Alam Gunung Ambang Sulawesi Utara*. Info BPK Manado; Vol 2(1).
- Kone, W. M and Antidehou, K. K. (2008). Ethobotanical Inventory of Medicinal Plants Used in Traditional Venterinary Medicine in Northern Cote d'Ivoire (West Africa). *South African Journal of Botany* 74, 76- 84.
- Kustiari, M. (2015). Inventarisasi Tumbuhan *Survival* pada Ketinggian yang Berbeda pada Jalur DIKLATSAR Tlogodringo Kecamatan tawamangu, Karanganyar. *Skripsi*. Surakarta : FKIP Biologi Universitas Muhammadiyah Surakarta.
-

- Muhammad W. (2009). *Klasifikasi Vegetasi Zona Sub Pegunungan Gunung Salak, Bogor, Jawa Barat*. Disertasi. Sekolah Pascasarjana IPB: Bogor.
- Rosadi, I., (2015). Analisis Vegetasi Tumbuhan Gunung Lawu Jalur Pendakian Cemoro Mencil Girimulyo Jogorogo Ngawi. *Skripsi*. Surakarta: FKIP Biologi Universitas Muhammadiyah Surakarta.
- Setyawan, A.D dan Sugiyarto. (2001). Keanekaragaman Flora Hutan Jobolanagan Gunung Lawu. *BIODEVERSITAS* vol. 1 (1): 162.
- Sitepu, D dan Sutigno P. (2001). Peranan Tanaman Obat dalam Pengembangan Hutan Tanaman. *Buletin Penelitian dan Pengembangan Kehutanan*. 2(2): 61- 77. Jakarta : Badan Penelitian dan Pengembangan Kehutanan

LAMPIRAN

Lokasi Penelitian



(Sumber: <http://www.google.com/maps>)

Ketinggian Tempat 1.700 mdpl



Ketinggian Tempat 1.900 mdpl



Jenis Tumbuhan Berpotensi Obat yang Dominan Ketinggian 1.700 mdpl



Jenis Tumbuhan Berpotensi Obat yang Dominan Ketinggian 1.900 mdpl



B - 10

**PEMANFAATAN HASIL HUTAN BUKAN KAYU OLEH MASYARAKAT
DESA PANGANDARAN KECAMATAN PANGANDARAN
KABUPATEN PANGANDARAN**

Asep Zainal Mutaqin¹, Kaim Maspudin², Teguh Husodo³

Program Studi Biologi FMIPA Universitas Padjadjaran

Abstrak

Masyarakat yang tinggal di sekitar hutan pada umumnya memiliki ketergantungan dan hubungan yang erat dengan sumberdaya hutan. Pengetahuan masyarakat dalam memanfaatkan sumberdaya hutan sangat beragam. Salah satunya adalah dalam memanfaatkan hasil hutan bukan kayu.

Penelitian ini bertujuan untuk mendeskripsikan pengetahuan masyarakat dalam pemanfaatan hasil hutan bukan kayu dan pola pemanfaatannya. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode kualitatif bersifat deskriptif analisis. Pengumpulan data dilakukan melalui wawancara dengan informan kunci. Penentuan informan kunci dilakukan melalui teknik *snowball sampling*.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa pemanfaatan hasil hutan bukan kayu terdiri dari kelompok untuk pangan; obat; hiasan atau anyaman; bahan pembakaran; dan kebutuhan pribadi. Masyarakat memanfaatkan hasil hutan bukan kayu untuk memenuhi kebutuhan sehari-hari (subsisten) dan tambahan penghasilan.

Kata Kunci: Hasil Hutan, Pangandaran, Pemanfaatan

PENDAHULUAN

Hutan adalah suatu kesatuan ekosistem berupa hamparan lahan berisi sumber daya alam hayati yang didominasi pepohonan dalam persekutuan alam lingkungannya, yang satu dengan lainnya tidak dapat dipisahkan (UU No. 41 Tahun 1999). Hutan merupakan biome yang kompleks karena ada hubungan yang sangat erat di antara komponen-komponen pembentuknya yang tidak bisa berdiri sendiri, tidak bisa dipisahkan, bahkan saling mempengaruhi (Ardhana, 2012). Arief (1994) menyebutkan bahwa hutan erat kaitannya dengan proses alam yang saling berhubungan di antaranya adalah proses pengendalian iklim, siklus air, kesuburan tanah, gudang plasma nutfah, dan penyediaan sumberdaya untuk kesejahteraan manusia.

Sumberdaya hutan yang dapat dimanfaatkan untuk mendukung kehidupan manusia. Hasil hutan yang dapat dimanfaatkan berupa kayu atau bukan kayu. Hasil hutan berupa kayu merupakan hasil hutan yang pada umumnya berupa batang kayu tumbuhan yang digunakan untuk berbagai keperluan seperti bahan bangunan. Sementara itu hasil hutan bukan kayu yang sering disingkat HHBK adalah hasil hutan hayati baik nabati maupun hewani beserta produk turunan dan budidaya kecuali kayu yang berasal dari hutan (Permenhut, 2007). Sementara itu menurut Peraturan Dirjen Bina Usaha Kehutanan No. P.15 tahun 2014, HHBK didefinisikan sebagai hasil hutan hayati baik nabati maupun hewani beserta produk turunan dan budidaya yang berasal dari hutan kecuali kayu meliputi kelompok rotan, kelompok getah, damar, biji-bijian, bunga-bunga, daun-daunan dan akar-akaran, kulit kayu, bambu hutan, buahbuahan dan umbi-umbian, nibung, lilin tawon, madu, sagu, nipah, ijuk, dan batang kelapa sawit.

Sumberdaya hutan Indonesia pernah menyumbangkan manfaat sebagai salah satu modal utama pembangunan ekonomi nasional, antara lain dalam bentuk pertumbuhan ekonomi, penyerapan tenaga kerja, dan pengembangan wilayah. Selain peran ekonomi, sumberdaya hutan juga mempunyai fungsi yang lebih luas yaitu sebagai salah satu komponen sistem penyangga kehidupan (*the life support system*). Dengan demikian, sumberdaya hutan harus dikelola secara berkelanjutan agar mampu memberikan manfaat yang optimal dan berjangka panjang (Badan Penelitian dan Pengembangan Kehutanan Departmen Kehutanan, 2009).

Indonesia adalah negara yang memiliki luas daratan yang sangat besar. Luas daratan Indonesia sekitar 187.918, 3 juta hektar dan 96.490, 8 juta hektar (51,53%) merupakan areal hutan (Pusat Data dan Informasi Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan, 2015). Luasan hutan mungkin tidak statis, karena adanya perubahan alami dan campur tangan manusia seperti deforestasi. Sekitar 73 hektar luas tutupan hutan alami Indonesia terancam oleh kerusakan, baik yang disebabkan oleh penebangan liar, akses terbuka terhadap lahan, ketidakhadiran pengelola di tingkat tapak, dan konversi lahan yang terencana (Purba dkk, 2014).

Masyarakat di sekitar hutan pada umumnya memiliki ketergantungan dan hubungan yang erat dengan sumberdaya hutan. Ada sekitar 30 juta penduduk yang secara langsung mengandalkan hidupnya pada sektor kehutanan dan sebagian besar

hidup dengan perladangan berpindah, memancing, berburu, menebang dan menjual kayu, serta mengumpulkan hasil hutan bukan kayu (FWI/ GFW, 2001). Dalam dokumen Renstra Kemenhut 2010-2014, jumlah desa yang berhubungan dengan kawasan hutan tercatat sebanyak 31.957 desa, yang terdistribusi di dalam kawasan hutan sebanyak 1.305 desa (4,08%), terdistribusi di tepi kawasan hutan sebanyak 7.943 (24,86%) dan di sekitar kawasan hutan sebanyak 22.709 (71,06%) (Rahmina dkk, 2012).

Ketergantungan masyarakat terhadap sumberdaya hutan ini tidak terlepas dari pengetahuan tradisional yang diperoleh secara turun-temurun, sehingga hutan dan sumberdaya yang ada di dalamnya masih terus dapat dimanfaatkan. Sumberdaya hutan yang dimanfaatkan dapat berupa hasil hutan kayu maupun hasil hutan bukan kayu. Dengan demikian penelitian mengenai pemanfaatan hasil hutan, khususnya HHBK, di Desa Pangandaran Kecamatan Pangandaran Kabupaten Pangandaran menjadi penting sebagai bagian dari pendokumentasian pengetahuan masyarakat dan pemetaan pemanfaatan hasil hutan oleh masyarakat.

METODE PENELITIAN

Metoda yang digunakan dalam penelitian ini adalah metoda kualitatif. Pengumpulan data dilakukan melalui wawancara semi struktur terhadap masyarakat dengan teknik *snowball sampling*. Selain itu, dilakukan juga observasi langsung terhadap berbagai kegiatan atau kondisi di lapangan. Analisis data dilakukan secara deskriptif dengan pendekatan etik dan emik.

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan hasil penelitian, tumbuhan yang banyak dimanfaatkan oleh masyarakat dari kelompok kegunaan hasil hutan bukan kayu (HHBK) adalah tumbuhan obat, tumbuhan penghasil anyaman dan kerajinan, tumbuhan pangan, tumbuhan hias, tumbuhan penghasil bahan pembakar, dan hasil hutan untuk kebutuhan pribadi. Berikut ini adalah deskripsi pemanfaatan HHBK oleh masyarakat Desa Pangandaran Kecamatan Pangandaran Kabupaten Pangandaran:

1. Pemanfaatan Hasil Hutan Bukan Kayu untuk Pangan

Hasil hutan bukan kayu dapat dipergunakan untuk memenuhi kebutuhan pangan terutama yang mengandung karbohidrat dan protein tinggi. Kelompok tumbuhan sumber pangan banyak dimanfaatkan oleh masyarakat Desa Pangandaran. Sebagian besar masyarakat memanfaatkan tumbuhan pangan dari bagian buah, daun, batang, biji, dan kulit biji, tergantung jenis tumbuhan yang dimanfaatkan. Penggunaan tumbuhan pangan ini antara lain dengan cara dimakan langsung buahnya, dibuat sayur, dan campuran bumbu masakan. Pengambilan tumbuhan penghasil pangan biasanya dilakukan sesuai kebutuhan. Banyak jenis buah-buahan yang dibudidayakan di kebun masyarakat maupun di pekarangan.

Secara lebih jelas pemanfaatan HHBK untuk pangan oleh masyarakat Desa Pangandaran dapat dilihat pada Tabel 1 berikut ini:

Tabel 1 Hasil Hutan Bukan Kayu untuk Pangan

Hasil Hutan Bukan Kayu	Bagian yang Dimanfaatkan	Cara Pengolahan	Kegunaan (Emik)	Kegunaan (Etik)
Jengkol (<i>Pithecollobium jiringa</i>)	Buah	Dimasak	Makanan	Mengandung protein untuk makanan (Pitojo, 1995)
Pisitan (<i>Lanseum aquaeum</i>)	Buah	Dapat dimakan langsung	Memenuhi kebutuhan vitamin C	Memperlancar sistem pencernaan (Sunarti, 1987)
Rambutan (<i>Nephelium lappaceum</i> L.)	Buah	Dapat dimakan langsung	Memenuhi kebutuhan vitamin C	Memenuhi kebutuhan vitamin C, vitamin A, protein, karbohidrat (Ong <i>et al.</i> , 1998)
Jambu Klutuk (<i>Psidium guajava</i> L.)	Buah	Dapat dimakan langsung	Memenuhi kebutuhan vitamin C	Mengandung kuersetin untuk antioksidan (Sudarsono, 2002)
Mangga leuweung (<i>Mangifera indica</i>)	Buah	Dapat dimakan langsung	Memenuhi kebutuhan vitamin C	Memulihkan energi karena mengandung vitamin C, vitamin A, gula (Marhijanto & Wibowo, 1994)
Salam (<i>Syzigium polyanthum</i> Walp.)	Daunnya	Ditambahkan dalam masakan sebagai bumbu	Bahan tambahan makanan	Menurunkan kolesterol (Lajuck, 2012), obat asam urat (Muhtadi dkk, 2012)

Kalong (<i>Pteropus vampyrus</i>)	Dagingnya	Dimasak	Memenuhi kebutuhan protein	Memenuhi kebutuhan protein, mengobati asma (Ransaleleh, 2013)
Harendong (<i>Melastoma malabathicum</i>)	Buahnya	Langsung dimakan saat sudah kehitaman	Memenuhi kebutuhan vitamin C	Memenuhi kebutuhan vitamin C, mengobati diare (Sunarti, 1987)
Kepiting (<i>Callinectes sapidus</i>)	Dagingnya	Dimasak	Memenuhi kebutuhan protein	Memenuhi kebutuhan protein, vitamin B12, asam lemak omega 3 (Kanna, 1991)

2. Pemanfaatan Hasil Hutan Bukan Kayu untuk Obat

Hasil hutan bukan kayu dapat dijadikan obat terutama dedaunan dan getah dari tumbuhan liar di sekitar hutan yang mempunyai antibiotik dan senyawa yang berguna sebagai obat. Berikut adalah HHBK yang dimanfaatkan untuk obat oleh masyarakat Desa Pangandaran:

Tabel 2 Hasil Hutan Bukan Kayu untuk Obat

Hasil Hutan Bukan Kayu	Bagian yang Dimanfaatkan	Cara Pengolahan	Kegunaan (Emik)	Kegunaan (Etik)
Mahoni (<i>Swietenia mahagoni</i> Jacq)	Buahnya	Digerus, dicampur air hangat,	Obat jamu kuat	Menurunkan kadar gula darah (Raja, 2008); Obat malaria (Fitrianingsih dkk, 2010)
Alang-alang (<i>Imperata cylindrica</i> (L) Beauv.	Akar dan daun	Direbus dengan air panas, diperas airnya, diminum	Obat pegal-pegal, masuk angin	Obat radang ginjal (Dalimartha, 2006)
Betadin (<i>Jatropha multifida</i> L.)	Getahnya	Dioles pada bagian luka	Obat luka/ lecet pada kulit	Obat luka (Aiyelaagbe, 2008)
Pinang jebug (<i>Areca cathecu</i>)	Buahnya	Dihaluskan, dicampur air, diminum	Obat kuat/jamu	Obat antiseptik (Yulineri dkk, 2006)
Pinang jebug muda (<i>Areca cathecu</i>)	Buahnya yg masih muda	Dihaluskan, dicampur air, diminum	Obat eksim dan herpes	Mengandung senyawa <i>arekolin</i> (Thomas, 1992)
Petai (<i>Parkia</i>)	Daunnya yang	Dicampur	Obat luka	Obat luka karena

<i>speciosa</i>)	masih muda	jambe muda, dihaluskan, dibalurkan ke bagian luka		mengandung saponin (Fauziyah, 2008)
Kalong (<i>Pteropus vampyrus</i>)	Dagingnya	Dimasak dan dimakan	Obat sesak nafas, penambah stamina	Obat asma (Ransaleleh, 2013)
Jarak (<i>Jatropha curcas</i>)	Getahnya	Diteteskan ke gigi yang sakit	Obat sakit gigi	Obat sakit gigi dan luka (Hambali, 2006)
Hantap (<i>Sterculia campanulata Wall</i>)	Daunnya	Dicampur air panas	Obat panas dalam	Obat panas dalam karena mengandung vitamin C (Thomas, 1992)

Pengetahuan pemanfaatan tumbuhan obat tradisional oleh masyarakat didapatkan secara turun-temurun dari orang tua. Di samping itu sebagian masyarakat mengetahui tumbuhan berkhasiat obat dari dukun atau yang disebut *sesepuh*. Berdasarkan observasi langsung, sebenarnya ketergantungan masyarakat terhadap tumbuhan obat di alam tidak terlalu besar. Hal ini terjadi karena di Desa Pangandaran sudah banyak praktik dokter, klinik umum, atau pengobatan modern.

3. Pemanfaatan Hasil Hutan Bukan Kayu untuk Hiasan dan Anyaman

Hasil hutan bukan kayu dapat juga dimanfaatkan untuk membuat kerajinan tangan yang dipergunakan untuk hiasan dan alat keperluan rumah tangga. Berikut ini adalah HHBK yang dimanfaatkan untuk hiasan dan anyaman oleh masyarakat:

Tabel 3 Hasil Hutan Bukan Kayu untuk Hiasan dan Anyaman

Hasil Hutan Bukan Kayu	Bagian yang Dimanfaatkan	Cara Pengolahan	Kegunaan (Emik)	Kegunaan (Etik)
Rotan (<i>Calamus aquatilis</i>)	Serat/ serabut	Dikeringkan, lalu dibuat bermacam- macam anyaman	Bahan kerajinan anyaman seperti tikar, kursi	Pembuatan meja, kursi, rak buku, lemari hias (Janumiro, 2000)
Kerang	Kerang kosong	Dibuat kerajinan dgn menggunakan lem	Kerajinan tangan kalung, hiasan dinding, parcel, dll	Pembuatan bingkai kaca, hiasan dinding (Gayatri, 1998)
Cangkang	Cangkang	Dibuat kerajinan	Kerajinan	Pembuatan

hewan laut	yang kosong	dgn menggunakan lem	tangan gelang, tirai, hiasan lampu	hiasan berbentuk hewan, tirai, lampu (Bisri, 1992)
Terumbu karang	Seluruh bagiannya	Direndam air tawar hingga putih, direkatkan	Kerajinan tangan asbak, parcel, bunga-bunga	Menjaga keseimbangan ekosistem laut (Gayatri, 1998)
Pasir putih	Pasir	Dicuci, dicampur zat warna, direkatkan dengan lem	Hiasan dinding, jam dinding, botol	Pembuatan kaca, keramik (Bisri, 1992)

Pengetahuan pemanfaatan hasil hutan bukan kayu oleh masyarakat Desa Pangandaran, sebagai contoh, adalah untuk hiasan atau anyaman. Masyarakat banyak mengetahui tentang pemanfaatan ini, karena masyarakat Desa Pangandaran banyak yang berprofesi sebagai penjual barang hiasan dan anyaman. Hiasan dan anyaman khas Pangandaran banyak dicari wisatawan karena produknya yang beraneka ragam. Contoh hiasan yang dijual adalah jam dinding, gelang, kalung, hiasan lampu, dan tirai yang terbuat dari kerang dan pasir. Sedangkan anyaman yang dijual di antaranya adalah tas wanita, gelang, dan dudukan jala nelayan.

Kerang banyak ditemukan di sekitar wilayah pantai Pangandaran. Oleh masyarakat, kerang digunakan sebagai bahan kerajinan hiasan dinding dan lampion. Secara umum, kerang digunakan untuk membuat hiasan, bahkan sejak zaman purba, berbagai jenis kerang digunakan untuk membuat pernak-pernik yang digunakan sebagai hiasan badan (bandul kalung dan gelang). Manusia di zaman modern juga tidak jarang yang menggemari benda itu, bahkan akhir-akhir ini kerang dicari untuk diolah menjadi berbagai jenis hiasan dan pernak-pernik yang salah satunya adalah sebagai hiasan dinding.

Contoh yang lain adalah pemanfaatan terumbu karang sebagai bahan kerajinan berupa asbak, parcel, dan hiasan bunga. Terumbu karang mengandung berbagai manfaat yang sangat besar dan beragam, baik secara ekologi maupun ekonomi. Estimasi jenis manfaat yang terkandung dalam terumbu karang dapat diidentifikasi menjadi dua, yaitu

manfaat langsung dan manfaat tidak langsung. Kandungan kapur dalam tubuh terumbu karang ini sangat baik, sehingga mudah dibentuk menjadi berbagai macam hiasan (Gayatri, 1998).

4. Pemanfaatan Hasil Hutan Bukan Kayu untuk Bahan Pembakar

Hasil hutan bukan kayu dapat dimanfaatkan untuk bahan pembakar. Bahan pembakar yang dimaksud disini adalah pembakar tungku dan dibakar secara langsung untuk menghasilkan api. Biasanya diperlukan untuk memasak dan menerangi ruangan. Berikut adalah hasil hutan bukan kayu yang dimanfaatkan oleh masyarakat sebagai bahan bakar:

Tabel 4 Hasil Hutan Bukan Kayu untuk Bahan Pembakar

Hasil Hutan Bukan Kayu	Bagian yang Dimanfaatkan	Cara Pengolahan	Kegunaan (Emik)	Kegunaan (Etik)
Ranting kering	Ranting kering	Dikeringkan, lalu dibakar	Pembakar tungku	Sebagai kayu bakar (Ananta, 2011)
<i>Kararas</i> (Daun kering)	Daun dan pelepah kering	Dibakar langsung	Pembakar tungku	Sebagai starter pembakaran (Archenita dkk, 2012)
Jarak (<i>Jatropha curcas</i>)	Buahnya	Ditusuk, lalu dibakar seluruh badan buahnya	Untuk penerangan pengganti lilin	Sebagai bahan biodiesel (Sudrajat dkk., 2007)

Ranting kering merupakan cabang yang sudah jatuh ke tanah terlepas dari batang utama tumbuhan. Ranting kering ini memiliki kandungan air dibawah 10%, sehingga sangat baik digunakan untuk bahan pembakaran (Ananta, 2011). Masyarakat Pangandaran sering memanfaatkan kayu bakar ini untuk pembakaran tungku dan membakar ikan.

Kararas merupakan *starter* api yang sering dipakai masyarakat Pangandaran untuk menyalakan tungku. *Kararas* adalah daun yang telah kering. Daun yang telah kering sangat baik digunakan sebagai *starter* pembakaran tungku karena sifatnya yang mudah terbakar. *Kararas* ini biasanya merupakan daun kelapa yang kering yang jatuh sendiri dari tumbuhan kelapa. Lidi *kararas* dapat dimanfaatkan untuk membuat sapu (Archenita, 2012).

Masyarakat Pangandaran menggunakan buah jarak untuk penerangan sebagai pengganti lilin. Sudrajat dkk (2007) menyebutkan bahwa buah jarak dapat dimanfaatkan untuk bahan bakar biodiesel.

5. Pemanfaatan Hasil Hutan Bukan Kayu untuk Kebutuhan Pribadi

Hasil Hutan Bukan Kayu dapat dipergunakan untuk memenuhi kebutuhan pribadi yang tidak setiap orang melakukannya, contohnya adalah *nyirih*, merokok, dan bahan pewarna. Berikut adalah hasil hutan yang dimanfaatkan oleh masyarakat untuk memenuhi kebutuhan pribadi:

Tabel 5 Hasil Hutan Bukan Kayu untuk Kebutuhan Pribadi

Hasil Hutan Bukan Kayu	Bagian yang Dimanfaatkan	Cara Pengolahan	Kegunaan (Emik)	Kegunaan (Etik)
Kawung (<i>Arenga pinnata</i> Merr.)	Daunnya	Dikeringkan, dilipat, dibakar, dihisap	Pengganti rokok	Obat asma (Purwanto dkk, 2009)
Kapulaga (<i>Amomum compactum</i> Soland ex. Maton)	Buahnya	Dikunyah dengan sirih	Untuk menyirih	Sebagai rempah-rempah (Budi, 1988)
Jati (<i>Tectona grandis</i> Linn.f)	Daunnya	Diperas, direndam dalam air hangat	Pewarna merahalami	Pewarna alami (Ati, 2000)
Waru (<i>Hibiscus tiliaceus</i> L.)	Daunnya	Dibersihkan, dilipat sebagai pembungkus	Pembungkus tape	Sebagai obat karena mengandung flavonoid (Chen <i>et al.</i> , 2006)

Pemanfaatan HHBK untuk kebutuhan pribadi di antaranya adalah daun waru (*Hibiscus tiliaceus* L.) yang oleh masyarakat Pangandaran adalah dijadikan pembungkus tape. Rasa dan aroma tape yang dibungkus daun waru lebih baik daripada tape dengan pembungkus lainnya. Hal ini dikarenakan daun waru memiliki berbagai macam kandungan seperti saponin dan flavonoid. Disamping itu, daun waru juga paling sedikit

mengandung lima senyawa fenol. Manfaat paling utama flavonoid dalam tubuh manusia adalah sebagai antioksidan yang dapat menghambat sistem penuaan serta menghindari perubahan sel kanker. Flavonoid juga berfungsi untuk melindungi susunan sel dalam tubuh; meningkatkan penyerapan vitamin C dalam tubuh, dan sebagai obat anti-inflamasi. Saponin berkhasiat mengikat kolesterol dalam darah. Polifenol juga berguna sebagai antiseptik serta antioksidan (Chen *et al.*, 2006).

Secara umum, ada perbedaan dalam pemanfaatan HHBK oleh masyarakat Desa Pangandaran Kecamatan Pangandaran Kabupaten Pangandaran berdasarkan kelompok umur. Pemanfaatan atau konsumsi HHBK oleh kelompok umur yang lebih tua jauh lebih banyak dibandingkan oleh kelompok umur yang lebih muda. Demikian juga, pengetahuan tentang HHBK lebih banyak dimiliki oleh kelompok umur yang lebih tua dibandingkan dengan kelompok umur yang lebih muda. Hal ini disebabkan pengalaman kelompok umur yang lebih tua jauh lebih banyak dibandingkan dengan pengalaman kelompok umur yang lebih muda. Selain itu juga karena lingkungan Desa Pangandaran yang mulai *modern* dengan banyaknya hotel, penginapan, dan tempat pariwisata. Kondisi ini menyebabkan kelompok usia muda di Desa Pangandaran banyak terpengaruh kondisi modernitas untuk melakukan aktivitas yang lain dibanding melakukan aktivitas di hutan atau kebun untuk memanfaatkan sumberdaya yang ada.

SIMPULAN DAN SARAN

Pengetahuan masyarakat dalam pemanfaatan hasil hutan bukan kayu (HHBK) oleh masyarakat di Desa Pangandaran diperoleh secara turun-temurun dari orang tua mereka. HHBK dimanfaatkan oleh masyarakat untuk pangan, obat, penghasil hiasan dan anyaman, bahan pembakaran, serta kebutuhan pribadi. HHBK yang dimanfaatkan pangan di antaranya adalah jengkol, pisitan, rambutan liar, jambu klutuk, mangga, daun salam, kalong, harendong, dan kepiting. HHBK yang dimanfaatkan untuk obat adalah mahoni, alang-alang, pohon betadine, jambe jebug, petai, kalong, jarak, dan hantap. HHBK untuk hiasan dan anyaman adalah rotan, loklak/kerang, cangkang hewan laut, terumbu karang, dan pasir putih. HHBK untuk bahan pembakar adalah ranting kering, kararas, dan biji jarak. Sedangkan kelompok HHBK untuk kebutuhan pribadi adalah

kawung, kapulaga, jati, dan waru. Pada umumnya HHBK yang dimanfaatkan lebih banyak untuk dikonsumsi sendiri (*subsisten*).

Sebagai evaluasi, disarankan untuk dilakukan penelitian terkait inventarisasi hasil hutan bukan kayu (HHBK) untuk mengetahui potensi HHBK secara pasti sehingga dapat melakukan pengembangan jenis HHBK yang diminati oleh masyarakat dengan mempertimbangkan prinsip-prinsip pengelolaan sumberdaya alam secara berkelanjutan.

DAFTAR PUSTAKA

- Aiyelaagbe. (2008). The Antimicrobial Activity of *Jatropha multifida* Extract and Chromatographic Fractions Against Sexually Transmitted Infections. *J. Med. Sci.*, 8 (2) : 143-147.
- Ananta, R. (2011). Karakteristik Nilai Kalor Kayu Bakar Dari Komponen Pohon Sengon Pada Sentra Industri Penggergajian Wonosobo. *Skripsi*. Fakultas Kehutanan Universitas Gadjah Mada. Yogyakarta.
- Ardhana, I. P. G. (2012). *Ekologi Tumbuhan*. Cetakan pertama. Denpasar. Udayana University Press
- Archenita, D., Atmaja, J., dan Hartati. (2012). Pengolahan Limbah Daun Kering sebagai Briket untuk Alternatif Pengganti Bahan Bakar Minyak. *Rekayasa Sipil*, Vol. VI (2): 9-15
- Arief, A. 1994. *Hutan Hakikat dan Pengaruhnya terhadap Lingkungan*. Jakarta. Yayasan Obor Indonesia
- Badan Penelitian dan Pengembangan Kehutanan Departemen Kehutanan. (2009). *Road Map Penelitian dan Pengembangan Kehutanan 2010-2025*. Jakarta. Departemen Kehutanan.
- Bisri, K. (1992). *Bahan Galian Pasir Kuarsa*. Bandung. PPTM
- Budi, H. S. (1988). *Kapulaga*. Yogyakarta. Kanisius
- Chen, J.J., et al.. (2006). A new cytotoxic amide from the stem wood of *Hibiscus tiliaceus*. *Planta Med.*, Vol. 72 (10): 935-8
- Marhijanto, B. dan Wibowo, S. (1994). *Bertanam Mangga*. Surabaya: Arkola
- Dalimartha, S. (2006). *Atlas Tumbuhan Obat Indonesia Jilid 4*. Jakarta. Puspa Swara, Anggota IKAPI
- Fauziyah, N. (2008). Efek Antiinflamasi Ekstrak Etanol Daun Petai Cina (*Leucaena glauca* Benth) pada Tikus Putih Jantan Galur Wistar. *Skripsi*. Universitas Muhammadiyah Surakarta
- Fitrianingsih, S. P, Supriyatna, Diantini, A. dan Muis, A. (2010). Aktivitas Antiplasmodium Ekstrak Etanol Beberapa Tanaman Obat terhadap Mencit yang Diinfeksi Plasmodium berghei. Prosiding Seminar Nasional dan Pengabdian 2010 LPPM Universitas Islam Bandung. Bandung, 11 Nopember.
- FWI/GFW. (2001). Keadaan Hutan Indonesia. Bogor, Indonesia: Forest Watch Indonesia dan Washington D.C.: Global Forest Watch
- Gayatri, L. (1998). Pengelolaan Terumbu Karang Berbasis Masyarakat. *Makalah Konferensi Nasional I: Pengelolaan Sumberdaya Pesisir dan Lautan Indonesia*. Bogor. Institut Pertanian Bogor
- Hambali, E. (2006). *Jarak Pagar Tanaman Penghasil Biodiesel*. Jakarta. Penebar Swadaya
- Janumino, CFM. (2000). *Rotan Indonesia: Potensi Budidaya, Pemungutan, Pengolahan*
-

- Standar Mutu, dan Prospek Pengusahaan*. Yogyakarta. Kanisius
- Kanna, I. (1991). *Budidaya Kepiting Bakau*. Yogyakarta. Kanisius
- Lajuck, P. (2012). Ekstrak Daun Salam *Eugenia poliantha* Lebih Efektif Menurunkan Kadar Kolesterol Total dan LDL Dibandingkan Statin pada Penderita Dislipidemia. *Tesis*. Denpasar. Program Pascasarjana Universitas Udayana
- Muhtadi, Suhendi, A., W., Nurcahyanti., dan Sutrisna, E. M. (2012). Potensi Daun Salam (*Syzigium polyanthum* Walp.) dan Biji Jinten Hitam (*Nigella sativa* Linn.) sebagai Kandidat Obat Herbal Terstandar Asam Urat. *Pharmakon*, Vol. 13, No. 1: 30-36
- Ong, P. K. C. *et al.* (1998). Characterization of Volatiles in Rambutan Fruit (*Nephelium lappaceum* L.). *J. Agric. Food Chem.* Vol. 46 (2): 611-615
- Peraturan Direktur Jenderal Bina Usaha Kehutanan No. P.15 Tahun 2014 tentang Pedoman Pelaksanaan Penatausahaan Hasil Hutan Bukan Kayu yang Berasal dari Hutan Negara
- Peraturan Menteri Kehutanan No. P.35 Tahun 2007 tentang Hasil Hutan Bukan Kayu
- Purba, C. P. P., Nanggara, S. G., Ratriyono, M., Apriani, I., Rosalina, L., Sari, N. A., dan Meridian, A. H. (2014). *Potret Keadaan Hutan Indonesia Periode 2009-2013*. Bogor. Forest Watch Indonesia
- Purwanto, Y., Waluyo, E. B., dan Wahyudi, A. (2009). Valuasi Hasil Hutan Bukan Kayu setelah Pembalakan (Kawasan Konservasi PT Wira Karya Sakti Jambi). Bogor. LIPI
- Pitojo, S. (1995). *Jengkol, Budidaya, dan Pemanfaatannya*. Yogyakarta. Kanisius
- Pusat Data dan Informasi Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan. (2015). *Statistik Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan*. Jakarta. Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan.
- Raja, L. L. (2008). Uji Efek Ekstrak Etanol Biji Mahoni (*Swietenia mahagoni* Jacq) terhadap Penurunan Kadar Gula Darah Tikus Putih. *Skripsi*. Medan. Fakultas Farmasi Universitas Sumatera Utara
- Ransaleleh, T. A. (2013). Identifikasi Morfometri Karakteristik dan Ekstraksi Komponen Bioaktif Daging Kelelawar di Sulawesi. *Tesis*. Institut Pertanian Bogor
- Sudarsono, G. D. 2002. *Tanaman Obat: Hasil Penelitian, Sifat-sifat, dan Penggunaannya*. Yogyakarta. Pusat Studi Obat Tradisional Universitas Gadjah Mada
- Sudrajat, R., Widyawati, Y., dan Setiawan, D. (2007). Optimasi Proses Esterifikasi pada Pembuatan Biodiesel dari Biji Jarak Pagar. *Jurnal Penelitian Hasil Hutan*, tahun ke-25 nomor 3: 203-224
- Sunarti, S. (1987). Anatomi Daun dan Taksonomi Duku, Kokosan, dan Pisitan. *Floribunda*. 1 (4): 13-15.
- Thomas ANS. (1992). *Tanaman Obat Tradisional*. Yogyakarta. Kanisius
- Undang-undang No. 41 Tahun 1999 tentang Kehutanan
- Yulineri, T., Kasim, E., dan Nurhidayat, N. (2006). Selenium dari Ekstrak Biji dan Akar Pinang (*Areca cathecu* L.) yang Difermentasi dengan Konsorsium *Acetobacter-Saccharomyces* sebagai Antiseptik Obat Kumur. *Biodiversitas*, Vol. 7 (1): 18-20.

**PEMANFAATAN JENIS-JENIS TUMBUHAN FAMILI ARECACEAE
OLEH MASYARAKAT DESA PANGANDARAN
KECAMATAN PANGANDARAN KABUPATEN PANGANDARAN**

Asep Zainal Mutaqin¹, Yanah Mardiana², Teguh Husodo³

Program Studi Biologi FMIPA Universitas Padjadjaran

Abstract

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui jenis tumbuhan Arecaceae yang dimanfaatkan oleh masyarakat Desa Pangandaran Kecamatan Pangandaran Kabupaten Pangandaran.

Metoda yang digunakan adalah metoda kualitatif. Pengumpulan data dilakukan melalui wawancara semi struktur dengan informan kunci. Penentuan informan kunci ditentukan dengan menggunakan teknik *snow ball*. Data dianalisis secara deskriptif dengan pendekatan emik dan etik.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa terdapat 10 jenis tumbuhan yang dimanfaatkan oleh masyarakat, yaitu aren (*Arenga pinata*), kelapa (*Cocos nucifera*), pinang (*Areca cathecu*), nipah (*Nypa fruticans*), rotan (*Calamus aquatilis*), palem putri (*Veitchia merillii*), palem raja (*Roystonea regia*), palem kuning (*Chrysalidocarpus lutescens*), palem merah (*Cyrtostachys lakka*), dan palem botol (*Hyophorbe lagenicaulis*). Jenis-jenis tumbuhan tersebut dimanfaatkan sebagai bahan pangan (makanan, minuman, dan bahan campuran masakan), obat, kerajinan, bahan bakar, bahan bangunan, dan hiasan. Proses pengolahan dilakukan dengan cara direbus, dianyam, diparut, dikerok, dan ada yang langsung digunakan tanpa proses pengolahan. Bagian tumbuhan yang dimanfaatkan meliputi bagian bunga, buah, daun, batang dan seluruh bagiannya. Masyarakat mendapat pengetahuan dari orang tua, warga sekitar, dan teman sebaya. Tumbuhan Arecaceae diperoleh dengan cara membeli dan menanam sendiri.

Kata Kunci: Arecaceae, Pangandaran, Pemanfaatan

PENDAHULUAN

Manusia dalam kehidupannya mempunyai hubungan yang sangat erat dengan lingkungannya. Manusia dapat dipengaruhi dan mempengaruhi lingkungan sekitarnya, baik itu lingkungan biotik ataupun abiotik. Sebagai makhluk hidup, manusia membutuhkan sumberdaya untuk memenuhi kebutuhannya, baik primer, sekunder, atau tersier. Sumberdaya dari lingkungan

yang biasa dimanfaatkan manusia adalah tumbuhan (Iskandar, 2009). Tumbuhan merupakan sumberdaya vital bagi manusia, karena manusia tidak dapat membuat secara sintetis untuk memenuhi sebagian besar kebutuhan hidupnya. Tumbuhan dimanfaatkan manusia di antaranya untuk pangan, sandang, obat, bahan bangunan, dan bahan bakar (Polunin, 1994).

Pemanfaatan tumbuhan untuk kebutuhan hidup manusia sudah berlangsung sejak lama sehingga menghasilkan pengetahuan tersendiri yang diwariskan dari generasi ke generasi dengan penuturan secara lisan. Seiring dengan meningkatnya pengetahuan dan peradaban manusia, pengetahuan tersebut mulai didokumentasikan. Sebagai contoh adalah pengetahuan tentang pemanfaatan tumbuhan untuk obat yang ditemukan di Mesir, yang tertulis di atas papirus sekitar 1550 sebelum Masehi (Tjitrosoepomo, 2005).

Masyarakat Indonesia memiliki banyak pengetahuan tentang pemanfaatan tumbuhan untuk mendukung kehidupannya. Pengetahuan tersebut tidak terlepas dari pandangan bahwa manusia bukan agen bebas di dalam kosmos, namun merupakan suatu bagian fungsi dari suatu keseluruhan yang besar. Pengetahuan tersebut sebagai produk budaya yang terkait dengan rangkaian sistem kehidupannya. Sebagai contoh adalah pengetahuan masyarakat Sunda dalam hal pemanfaatan padi (*Oryza sativa*) bukan hanya terkait dengan pemenuhan kebutuhan pangan saja, tapi terkait juga dengan aspek keyakinan dan aspek-aspek kebudayaan lainnya. Masyarakat Sunda sangat menghormati padi karena terkait dengan nama Dewi Nyi Pohaci (Iskandar, 2011).

Pengetahuan tentang pemanfaatan tumbuh-tumbuhan dalam suatu masyarakat sangat penting untuk didokumentasikan. Salah satu manfaat pentingnya adalah dapat digunakan untuk rekomendasi kebijakan pembangunan, terutama pembangunan wilayah di mana pengetahuan yang didokumentasikan tersebut didapat. Secara lebih spesifik, pendokumentasian pengetahuan masyarakat di antaranya dapat bermanfaat terkait usaha untuk konservasi, inventarisasi sumberdaya, meningkatkan kemakmuran masyarakat, dan menciptakan ketentraman hidup spiritual masyarakat (Hakim, 2014).

Masyarakat Indonesia sudah lama banyak memanfaatkan beragam jenis tumbuhan untuk berbagai kebutuhan hidupnya seperti untuk pangan, sandang, papan, obat, dan upacara adat. Masyhud (2010) menyebutkan bahwa ada sekitar 30.000 jenis yang sudah dimanfaatkan. Secara khusus, Supriatna (2014) menyebutkan bahwa ada beberapa jenis tumbuhan yang digunakan untuk upacara adat seperti padi (*Oryza sativa*), pinang (*Areca cathecu*), bawang putih (*Allium sativum*), kelapa (*Cocos nucifera*), dan aren (*Arenga pinnata*). Sementara itu Iskandar (2005) menyebutkan bahwa jenis tumbuhan yang dimanfaatkan masyarakat untuk obat di antaranya adalah aren (*Arenga pinnata*), kelapa (*Cocos nucifera*), dan pinang (*Arengan cathecu*).

Indonesia memiliki keragaman jenis tumbuhan yang tergolong ke dalam beberapa famili. Salah satu famili tumbuhan yang jenis-jenisnya banyak dimanfaatkan adalah arecaceae. Jenis-jenis tumbuhan famili arecaceae ada sekitar 4.000 an, di antaranya adalah pinang (*Arengan cathecu*), aren (*Arenga pinnata*), kelapa (*Cocos nucifera*), nipah (*Nipa fruticans*), dan rotan (*Calamus aquatilis*). Jenis tumbuhan yang tergolong famili ini sebagian besar tersebar di daerah tropika (Tjitrosoepomo, 1996). Lebih spesifik, dari 215 genus palem dunia yang tergolong famili arecacea, 46 genus di antaranya ada di Indonesia dan 29 genus merupakan endemik (Witono dkk, 2000). Beberapa manfaat tumbuhan famili arecaceae yang digunakan masyarakat di antaranya adalah aren (*Arenga pinnata*) untuk gula, kelapa (*Cocos nucifera*) untuk minyak, kelapa sawit (*Elaeis guineensis*) untuk bahan minyak, rotan (*Calamus aquatilis*) untuk kerajinan rumah tangga, serta beberapa jenis untuk tanaman hias (Nazaruddin, 1997).

Jenis-jenis tumbuhan dari famili arecaceae merupakan tumbuhan yang menarik untuk dikaji, baik dari keragaman jenis, pemanfaatan, dan keindahan bentuk. Melalui kajian etnobotani akan terungkap mengenai pengetahuan masyarakat dalam pemanfaatan dan budidaya tumbuhan tersebut serta upaya konservasi keragaman hayati yang secara tradisi diatur oleh nilai budaya, kepercayaan, dan ritual (Waluyo, 2005).

Desa Pangandaran Kecamatan Pangandaran Kabupaten Pangandaran memiliki sumberdaya alam yang cukup banyak, di antaranya adalah tumbuhan famili arecaceae yang dimanfaatkan oleh masyarakat, baik untuk kebutuhan pribadi, komersil, atau yang lainnya. Penilitin mengenai tumbuhan arecaceae di daerah ini belum banyak dilakukan, sehingga penelitian ini penting terutama terkait dengan pendokumentasian pengetahuan masyarakat dalam memanfaatkan jenis-jenis tumbuhan famili arecaceae.

METODE PENELITIAN

Metoda yang digunakan bersifat kualitatif. Pengumpulan data dilakukan melalui wawancara semi struktur terhadap informan dengan teknik *snowball*. Selain itu juga dilakukan observasi langsung untuk melihat kondisi dan kegiatan terkait dengan pemanfaatan tumbuhan arecaceae. Analisis data dilakukan secara deskriptif dengan pendekatan emik dan etik.

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan hasil wawancara terhadap masyarakat di Desa Pangandaran Kecamatan Pangandaran Kabupaten Pangandaran, ada 10 jenis tumbuhan dari famili arecaceae yang dimanfaatkan, yaitu aren (*Arenga pinnata*), kelapa (*Cocos nusifera*), pinang atau *jambe* (*Areca cathecu*), nipah atau *dahon* (*Nypa fruticans*), rotan atau *hoe* (*Calamus rottang*), palem putri (*Veitchia merillii*), palem raja (*Roystonea regia*), palem kuning (*Chrysalidocarpus lutescens*), palem merah (*Cyrtostachys lakka*), dan palem botol (*Hyophorbe lagenicaulis*). Sementara itu terkait dengan bagian organ tumbuhan yang digunakan, ada 4 bagian organ yang dimanfaatkan, yaitu bunga, buah, daun, dan batang. Secara lebih jelas jenis tumbuhan, bagian organ, dan kegunaannya dapat dilihat pada Tabel 1 berikut ini:

Tabel 1 Jenis-jenis Tumbuhan Famili Arecaceae yang Dimanfaatkan oleh Masyarakat

Desa Pangandaran Kecamatan Pangandaran Kabupaten Pangandaran

Nama Ilmiah/Lokal	Bagian yang dimanfaatkan	Kegunaan
<i>Areca cathecu</i> /Pinang	Buah	Nyirih (memperkuat gigi) dan obat kulit
	Batang	Panjat pinang
<i>Arenga pinnata</i> /Aren	Bunga	Gula merah (bahan campuran masakan & pengganti gula pasir)
	Buah	Kolang-kaling (manisan & campuran kolak)
	Daun (tulang)	Sapu lidi (untuk kebersihan)
	Batang	Kayu bangunan, dan kayu bakar
<i>Calamus rottang</i> /Rotan	Batang	Obat luka, dudukan jala ikan, dan tas anyaman rotan
<i>Chrysalidocarpus lutescens</i> /palem kuning	Buah, daun, batang	Hiasan (nilai keindahan)
<i>Cocos nucifera</i> /Kelapa	Bunga	Gula merah (bahan campuran masakan & pengganti gula pasir)
	Buah (muda)	Es kelapa muda, obat keracunan
	Buah (tua)	Santan, minyak keletik (minyak urut, minyak goreng, minyak rambut, obat singkayo, & obat sakit gigi), galendo, serundeng, batok untuk bahan bakar & kerajinan tas, gantungan kunci, dll.
	Daun	Cetakan ketupat & sapu lidi
	Batang	Kayu bangunan
<i>Cyrtostachys lakka</i> /Palem merah	Buah, daun, batang	Hiasan (nilai keindahan)
<i>Hyophorbe lagenicaulis</i> /Palem botol	Buah, daun, batang	Hiasan (nilai keindahan)
<i>Nypa fruticans</i> /Nipah	Bunga	Gula merah (bahan campuran masakan, pengganti gula pasir & obat diabetes)
	Daun	Bungkus tembakau (pahpir) & anyaman atap rumah.
<i>Roystonea regia</i> /Palem raja	Buah, daun, batang	Hiasan (nilai keindahan)
<i>Veitchia merillii</i> /Palem putri	Buah, daun, batang	Hiasan (nilai keindahan)

Berikut ini adalah deskripsi beberapa organ atau bagian tumbuhan dari beberapa jenis tumbuhan famili arecaceae yang dimanfaatkan oleh masyarakat:

1. Organ Bunga

Organ bunga aren, kelapa, dan nipah dimanfaatkan masyarakat untuk membuat gula merah. Proses pembuatan gula merah meliputi beberapa proses, yaitu bunga yang masih muda diiris, sampai mengeluarkan air (nira). Air yang keluar ditadah dengan wadah, didiamkan selama 1 hari, lalu diambil pada pagi dan sore hari berikutnya. Air nira yang terkumpul direbus sampai mengkaramelisasi. Proses pembuatan gula kelapa ini membutuhkan waktu sekitar 4-5 jam. Nira yang belum direbus disebut *lahang*, sedangkan yang sedang di rebus disebut wedang.

Karamelisasi dilakukan dengan cara merebus nira yang dipanaskan pada suhu 110 °C sambil diaduk sampai pekat. Pada saat nira mulai mendidih, kotoran halus dan buih akan terapung ke permukaan dan harus diambil. Pendidihan akan menimbulkan busa nira yang meluap-luap berwarna coklat kekuning-kuningan. Bila nira sudah mengental, api dikecilkan dan pekatan nira tetap diaduk-aduk. Waktu yang diperlukan untuk memasak 25-30 liter nira kira-kira 4-5 jam. Setelah sekitar 5 jam pemanasan, maka akan diketahui gula sudah jadi atau belum dengan cara meneteskan cairan karamel dalam air dingin. Bila sudah menggumpal dan keras di dalam air berarti sudah menjadi gula (Sunantyo, 1996).

Gula nipah memiliki kualitas yang sama dengan gula kelapa namun rasanya agak sedikit berbeda, karena pada gula nipah terdapat rasa asin. Rasa asin yang dihasilkan karena pohon yang disadap niranya berada di muara sungai.

2. Organ Buah

Ada 4 jenis tumbuhan arecaceae, yaitu aren, kelapa, nipah, dan pinang, yang dimanfaatkan bagian buahnya oleh masyarakat. Bagian organ ini merupakan bagian yang paling banyak dimanfaatkan, sebab pada bagaian buah terdapat bagian yang berbeda-beda. Bagian-bagian yang dimaksud adalah bagian terluar yaitu sabut; bagian ke dua yaitu batok; bagian ke tiga yaitu daging buah; dan bagian yang terakhir adalah air. Setiap bagian menghasilkan produk yang berbeda-beda, tetapi ada pula yang seluruh bagian buah dimanfaatkan secara utuh,

yaitu buah pinang. Masyarakat menyebut buah pinang muda dengan nama *jebug*, dimanfaatkan untuk ngingang/nyirih yang berfungsi untuk memperkuat gigi dan membuat bibir menjadi berwarna merah. Ngingang/nyirih adalah kombinasi dari daun sirih, biji pinang, kapur tembakau dan gambir. Ngingang adalah kebudayaan agraris yang tidak hanya bermakna makan sirih, tetapi mengandung aspek tradisi, ritual, pergaulan yang berdimensi agama (Suryadarma, 2008). *Jebug* digunakan juga untuk obat kulit dengan cara *jebug* dikunyah dan disemburkan ke kulit yang sakit atau dioleskan. Nonaka (1989) menyebut *jebug* mengandung proantosianidin untuk antibakteri, antivirus, anti karsinogenik, anti inflamasi, dan anti alergi.

Bagian sabut dan batok/tempurung kelapa dimanfaatkan sebagai kerajinan seperti tas, gantungan kunci, keset, dan asbak. Proses pengolahannya tidak dijelaskan karena pembuatannya tidak dilakukan di Desa Pangandaran dan masyarakat hanya menjadi konsumen dan penjual produk yang sudah jadi.

Batok kelapa juga digunakan untuk bahan bakar yang dijadikan arang. Arang tempurung yang baik adalah berwarna hitam merata, tidak mengandung kotoran, bagian ujung pecahan arangnya bercahaya, dan bila dijatuhkan pecahan kepingannya menampakkan lingkaran yang terang (Sari, 2011).

Ada 3 jenis tumbuhan Arecaceae, yaitu aren, kelapa, dan nipah, yang dimanfaatkan bagian daging buahnya oleh masyarakat Pangandaran. Daging buah tumbuhan aren dan nipah dimanfaatkan sebagai bahan pangan dengan produk yang dihasilkan, yaitu kolang-kaling. Ada perbedaan dalam cara pengolahannya untuk mendapatkan kolang kaling dari kedua tumbuhan tersebut. Buah aren yang disebut *caruluk* yang sudah tua diambil lalu direbus sampai matang. Hal ini dilakukan agar kolang-kaling tidak menimbulkan rasa gatal pada kulit. Selanjutnya daging buah dipisahkan dari cangkangnya lalu direndam, setelah itu baru bisa dikonsumsi. Sedangkan untuk tumbuhan nipah prosesnya lebih sederhana, yaitu buah nipah diambil dari pohonnya, kemudian daging buah dipisahkan dari cangkangnya setelah itu dapat langsung dikonsumsi tanpa proses perebusan dan perendaman. Daging buah kelapa memiliki manfaat yang paling beragam, yaitu daging buah muda dijadikan bahan es kelapa muda. Produk es

kelapa muda menjadi pemanfaatan yang paling banyak dilakukan oleh masyarakat Desa Panggandaran. Hal tersebut karena Desa Panggandaran merupakan desa yang mencakup Pantai Barat, Pantai Timur, Taman Wisata Alam dan Cagar Alam Pananjung Panggandaran yang merupakan kawasan konservasi dan daerah pariwisata yang banyak dikunjungi oleh wisatawan, sehingga es kelapa muda sangat cocok untuk menghilangkan dahaga dari para wisatawan.

Selain menjadi es kelapa muda, daging buah kelapa juga dimanfaatkan untuk membuat santan sebagai bahan pelengkap masakan dan dapat dibuat menjadi minyak keketik dan galendo. Sidik dkk (2013) menyatakan bahwa proses pembuatan santan adalah kelapa dikupas, dikeluarkan kulit coklat yang menempel pada daging kelapa. Selanjutnya daging kelapa diparut, ditimbang, diperas dengan air dengan perbandingan 2:1, disaring dengan kain lalu ditambahkan emulsifier 1%, stabilizer 1%, dan Natrium benzoat 1000 ppm sebagai anti mikroba.

Cara membuat minyak keketik adalah kelapa tua diparut, di peras 3 kali dan setiap perasan dipisahkan dalam wadah yang berbeda. Wadah ke-2 dan ke-3 setelah mendidih minyak yang berada di atas dipisahkan dan dimasukkan ke dalam wadah ke-1. Semua wadah diaduk sampai air mengering sekitar 3-4 jam. Ampasnya disebut *galendo* dan air yang masih tersisa sebagai minyak keketik. Sebutir kelapa tua dapat menghasilkan 30 mL minyak keketik, dan 100 gr galendo.

Kelapa segar mengandung 30-50% minyak sedangkan kopra mengandung kadar lemaknya 63-65%. Kadar minyak dipengaruhi oleh tingkat ketuaan buah, semakin tua semakin banyak. Buah kelapa yang matang untuk bahan minyak harus berumur sekitar 12 bulan (Ngatemia, 2011).

Minyak keketik oleh masyarakat biasa digunakan untuk minyak pijat/urut. Selain itu, minyak keketik juga dikonsumsi oleh ibu hamil untuk memperlancar proses kelahiran serta mencegah dan menghilangkan *singkanyo* atau *stretch mark* ketika sedang mengandung dan setelah melahirkan. Pencegahan timbulnya *stretch mark* selain dengan cara dimakan, juga dengan cara mengoleskan minyak keketik ke bagian *stretch mark*. Minyak kelapa mengandung vitamin C yang memiliki efek fisiologis penting pada kulit, termasuk menghambat melanogenesis,

promosi biosintesis kolagen, dan mencegah pembentukan radikal bebas. Vitamin C berperan penting dalam mencegah proses penuaan kulit dan dapat digunakan untuk produk perawatan kulit kosmetik (Austria *et al.*, 1997).

Minyak keletik juga digunakan untuk obat sakit gigi dengan cara minyak keletik diambil satu sendok, dicampurkan dengan bawang merah atau bawang putih, dibakar diatas lilin sampai muncul gelembung minyak, lalu minyak diambil menggunakan kapas dan di masukan/ditempelkan pada gigi yang sakit.

Bagian yang terakhir dari organ buah adalah air. Air kelapa muda dijadikan sebagai obat yang dapat menetralsir racun atau untuk keracunan obat. Kelapa yang digunakan adalah kelapa muda hijau yang bagian pangkal buahnya berwarna merah. Cara pengobatannya sangat sederhana, yaitu air kelapa tersebut langsung diminum untuk orang yang keracunan tanpa ada tambahan bahan yang lainnya.

3. Organ Daun

Masyarakat Desa Pangandaran memanfaatkan bagian organ daun dari tumbuhan arecaceae untuk dijadikan sebagai bahan kerajinan dan dikonsumsi. Bagian organ daun terdiri dari bagian helaian dan tulang daunnya. Ada 3 jenis tumbuhan arecaceae, yaitu aren, kelapa, dan nipah, yang dimanfaatkan bagian organ daunnya oleh masyarakat. Bagian yang pertama adalah helaian daun untuk kerajinan. Helaian daun muda dari tumbuhan kelapa dimanfaatkan untuk membuat cangkang ketupat, sedangkan dari tumbuhan nipah dibuat menjadi bungkus tembakau (*pahpir*) untuk rokok. Daun muda yang dijadikan *pahpir* diolah dengan cara disayat, diambil bagian tipisnya, di keringkan, dan langsung dapat digunakan. Pemanfaatan *pahpir* sudah jarang dilakukan, karena membutuhkan proses dan rokok yang diproduksi oleh industri juga sudah banyak jenisnya dan tersebar luas, sehingga lebih mudah didapatkan dan lebih praktis.

Bagian selanjutnya adalah tulang daun dimanfaatkan sebagai kerajinan sapu lidi dari tumbuhan aren dan kelapa. Masyarakat Pangandaran menyebutkan bahwa sapu lidi dari tumbuhan aren lebih kuat namun kaku, sedangkan dari tumbuhan kelapa lebih lunak, namun kekuatannya agak kurang. Perpaduan antara bagian helaian daun dan tulang daunnya dimanfaatkan sebagai kerajinan atap.

Kerajinan atap ini dibuat dari tumbuhan nipah yang daunnya agak tua. Daun yang tua diambil, lalu *direkrek* (dipisah dari dahannya), dibiarkan 1 minggu, dianyam menggunakan bambu. Satu ayaman di sebut 1 jalon. Kerajinan atap daun nipah sekarang kurang diminati, karena banyaknya produk genting yang mudah didapatkan, lebih praktis, serta berkurangnya jumlah tanaman nipah yang ada di Desa Pangandaran. Hal tersebut mengakibatkan pengrajin atap nipah/ dahon jumlahnya berkurang. Kerajinan ini masih bersifat *home industry* dan diproduksi bila ada pesanan saja atau untuk pribadi. Hendri (2009) menyatakan bahwa atap rumah dari daun *N. fruticans* bisa bertahan 4-5 tahun. Atap dari daun *N. fruticans* sangat baik untuk melindungi rumah dari cuaca panas. Lidi dari pelepah daun nipah juga digunakan untuk sapu.

4. Organ Batang

Organ batang dimanfaatkan oleh masyarakat sebagai bahan bangunan, kayu bakar, kerajinan, dan ada pula yang dijadikan sebagai obat. Ada 4 jenis tumbuhan famili arecaceae yang dimanfaatkan bagian organ batangnya, yaitu aren, kelapa, pinang, dan rotan. Tumbuhan yang dimanfaatkan sebagai bahan bangunan adalah aren dan kelapa. Proses pengolahan menjadi bahan bangunan tidak dijelaskan karena masyarakat Pangandaran hanya menjadi konsumen. Siswoyo (1995) menjelaskan pengolahan batang kelapa sebagai bahan bangunan meliputi beberapa proses, yaitu pemotongan batang sesuai keperluan, biasanya sekitar 3-4 meter. Kulit bagian luar dikupas, selanjutnya digergaji sesuai kebutuhan ukuran yang umum di pasaran. Setelah digergaji, kayu dikelompokkan berdasarkan ukuran, lalu dilakukan pengeringan.

Selain itu, bagian organ batang juga dapat dijadikan sebagai bahan kerajinan tas. Proses pembuatan kerajinan ini tidak dijelaskan secara rinci, karena proses pembuatannya tidak dilakukan di Desa Pangandaran, tapi didapatkan dari luar wilayah dan masyarakat menjadi konsumen dan penjual dari produk tersebut.

Sementara itu batang rotan dimanfaatkan masyarakat Desa Pangandaran sebagai obat untuk luka atau antiseptik. Cara pengobatannya adalah batang rotan pada bagian pucuk ditebang lalu tetesan air yang keluar ditetaskan pada luka.

5. Semua Bagian Organ

Pemanfaatan tumbuhan arecaceae oleh masyarakat Desa Pangandaran yang mencakup seluruh bagian organ biasanya dijadikan sebagai tanaman hias. yaitu palem putri (*Veitchia merillii*), palem raja (*Roystonea regia*), palem kuning (*Chrysalidocarpus lutescens*), palem merah (*Cyrtostachys lakka*), dan palem botol (*Hyophorbe lagenicaulis*). Palem putri (*Veitchia merillii*) dan palem raja (*Roystonea regia*) dijadikan juga sebagai peneduh jalan. Jenis-jenis tumbuhan tersebut diperoleh melalui cara membeli dan menanam sendiri. Perbandingan persentase antara kedua macam cara tersebut sangat berbeda jauh, yaitu 80% diperoleh dengan cara membeli dan 20% dengan cara menanam sendiri.

Masyarakat memperoleh pengetahuan tentang pemanfaatan tumbuhan arecaceae dari orang tua (65%), warga sekitar (15%), dan teman sebaya (20%). Pengetahuan tradisional umumnya diwariskan oleh orang tua (*vertical transmission*). Selain itu, dapat juga melalui teman sebaya yang disebut *horizontal transmission* (Reyes-Garcia *et al.*, 2009).

SIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa jenis-jenis tumbuhan Arecaceae yang dimanfaatkan ada 10 jenis, yaitu: aren (*Arenga pinata*), kelapa (*Cocos nusifera*), pinang (*Areca cathecu*), nipah (*Nypa fruticans*), rotan (*Callamus rotang*), palem putri (*Veitchia merillii*), palem raja (*Roystonea regia*), palem kuning (*Chrysalidocarpus lutescens*), palem merah (*Cyrtostachys lakka*), dan palem botol (*Hyophorbe lagenicaulis*) yang dimanfaatkan sebagai bahan pangan, obat, kerajinan, bahan bakar, bangunan, dan hiasan. Bagian organ yang dimanfaatkan di antaranya adalah bunga, buah, daun, dan batang. Sumber tumbuhan tersebut didapatkan dengan 2 cara, yaitu membeli dan menanam sendiri. Sumber pengetahuan mengenai pemanfaatan tumbuhan arecaceae berasal dari orang tua, warga sekitar, dan teman sebaya.

Diharapkan ada penelitian lain untuk memperkaya kajian ilmiah mengenai pemanfaatan jenis-jenis tumbuhan famili Arecaceae oleh masyarakat.

DAFTAR PUSTAKA

- Austria, R., Semenzato, A., dan Bettero, A. (1997). Stability of vitamin C Derivatives in Solution and Tropical Formulation. *J. Pharm. Biomed. Anal.* 15: 795-801.
- Hakim, L. (2014). *Etnobotani dan Manajemen Kebun-Pekarangan Rumah: Ketahanan Pangan, Kesehatan, dan Agrowisata*. Malang. Selaras.
- Hendri, W. (2009). Vegetasi Penyusun Hutan Mangrove dan Pemanfaatan sebagai Obat Tradisional oleh Masyarakat Desa Nipah Panjang Kecamatan Batu Ampar Kabupaten Kubu Raya. *Skripsi*. Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Tanjungpura Pontianak
- Iskandar, J. (2005). *Pengobatan Alternatif ala Baduy*. Bandung. Humaniora
- Iskandar, J. (2009). *Ekologi Manusia dan Pembangunan Berkelanjutan*. Bandung. Program Studi Magister Ilmu Lingkungan.
- Iskandar, J. dan Iskandar, B. S. (2011). *Agroekosistem Orang Sunda*. Cetakan I. Bandung. PT Kiblat Buku Utama.
- Masyhud. (2010). Data Tumbuhan Obat di Indonesia. [Online] Diakses di: <http://www.dephut.go.id/index.php/news/details/7043>. [2 Oktober 2015]
- Nazaruddin, S. A. 1997. *Palem Hias*. Jakarta. Penebar Swadaya.
- Ngatemia, N., Joko, T.I. (2013). Pengaruh Lama Fermentasi Pada Produksi Minyak Kelapa Murni (Virgin Coconut Oil) Terhadap Sifat Fisik, Kimia, dan Organoleptik. *Jurnal Pangan dan Gizi*, Vol. 04 (08)
- Nonaka, G. (1989). Isolation and structure elucidation of tannins, *Pure & Appl. Chem*, 61 (3): 357-360.
- Polunin, N. (1994). *Pengantar Geografi Tumbuhan dan Beberapa Ilmu Serumpun*. Cetakan ke dua. Penerjemah Gembong Tjitrosoepomo. Yogyakarta. Gadjah mada University Press.
- Reyes-Garcia, *et al.* (2009). Cultural transmission of ethnobotanical knowledge an skills: an empirical analysis from an Amerindian society. *Evolution and Human Behavior*, 30: 276-277
- Sari, M. K. (2011). Potensi dan Peluang Kelayakan Ekspor Arang Tempurung Kelapa (*Coconut Shell Charcoal*) di Kabupaten Banyumas. *Jurnal Ilmu-ilmu Pertanian*. Vol. 7 (2): 69-82
- Sidik, L.S., Fatimah, F., Sangi, M. (2013). Pengaruh Penambahan Emulsifer dan Stabilizer terhadap Kualitas Santan Kelapa. *Jurnal Mipa Online*, 2 (2): 79-83.
- Siswoyo. R.D. (1995). Manfaat Pohon Kelapa sebagai Bahan Bangunan. *Jurnal Ilmiah MITRA*, Edisi-IV
- Sunantyo & Bambang, E.S. (1996). *Mengenal Cara Menyadap dan Membuat Gula Kelapa di Daerah Pare, Kediri, Blitar, Pacitan ,dan sekitarnya*. Berita P3GI No.15. Pasuruan
- Supriatna, P. (2014). *Studi Pemanfaatan Tumbuhan pada Upacara Adat Kampung Naga di Kabupaten Tasikmalaya*. Skripsi. Purwokerto: Fakultas Biologi Unsoed
- Suryadarma. (2008). *Diktat Etnobotani*. Jurusan Biologi FMIPA. Universitas Negeri Yogyakarta.
- Tjitrosoepomo, G. (1996). *Taksonomi Tumbuhan (Spermatophyta)*. Cetakan-5. Yogyakarta. Gadjah Mada University Press.
- Tjitrosoepomo, G. (2005). *Taksonomi Tumbuhan Obat-obatan*. Cetakan ke dua. Yogyakarta. Gadjah Mada University Press.
- Waluyo, E.B. (2005). *Pengumpulan data Etnobotani*. LIPI. Bogor.
- Witono, Januminro, R.A, Suhatman, N., Suryana, dan Purwantoro, R.S. (2000). Koleksi Palem Kebun Raya Cibodas. *Seri Koleksi Kebun Raya-LIPI*, Vol. II No. I.

ANALISIS GUGUS DAN DISTRIBUSI *INDIGOFERA* spp. INDONESIA

Muzzazinah¹⁾, Tatik Chikmawati²⁾, Mien A Rifai³⁾, Nunik Sri Ariyanti⁴⁾

¹Program Studi Pendidikan Biologi, FKIP, UNS Solo. Email: yayin_am@yahoo.com.

²Departmen Biologi, FMIPA IPB, Bogor Indonesia 16680. Email: tchikmawati@yahoo.com.

³Puslit Nasional Biologi LIPI. Email: mienarifai@yahoo.com.

⁴Departmen Biologi, FMIPA IPB, Bogor Indonesia 16680. Email: nuniksa@gmail.com

Abstrak

Keragaman tanaman *Indigofera* di Indonesia cukup tinggi. Manfaat *Indigofera* antara lain sebagai pewarna alami dan pakan ternak. Sebagian masyarakat di Indonesia telah mengenal *Indigofera* sebagai pewarna batik dan dimanfaatkan sampai saat ini.

Penelitian ini melaporkan hasil evaluasi keserupaan morfologi dari sembilan spesies *Indigofera* yang berasal dari tiga pulau di Indonesia dan pemetaan distribusi *Indigofera* di Indonesia. Sampel penelitian dikoleksi dari 68 lokasi di Pulau Jawa, Pulau Madura, Pulau Samosir, dan Pulau Flores untuk identifikasi morfologi, dan 630 spesimen koleksi tahun 1817 sampai 2005 yang disimpan di Herbarium Bogoriense (BO) untuk pemetaan distribusi. Pengamatan morfologi menggunakan metode deskriptif.

Karakter yang diamati berjumlah 42. Hasil analisis menunjukkan *Indigofera* Indonesia mengelompok sesuai spesies. Karakter yang memiliki keragaman tinggi sehingga dapat mengelompokkan sesuai spesies adalah panjang tangkai daun, warna daun segar, bentuk stipula, panjang tandan bunga, panjang tangkai perbungaan, jenis indumentum braktea, bentuk cuping kaliks dan, tipe trikhom pada bendera.

Kata kunci: keserupaan, pewarna batik, indigo.

PENDAHULUAN

Indigofera merupakan salah satu dari 478 marga dari *Papilionoideae* dan 751 marga dalam *Leguminosae* yang tersebar di wilayah pantropik (Bruneau *et al.* 2013). Jumlah jenis penyusun marga ini mencapai 750 di seluruh dunia dengan pusat keaneragaman tertinggi terdapat di Afrika dan Madagaskar yang mencapai 550 jenis (Schrire, *et al.* 2009). Marga initerdiri atas tumbuhan terna, perdu dan pohon kecil dengan susunan daun tunggal (*unifoliate*), dan majemuk menjari tiga (*trifoliate*) atau menyirip gasal (*imparipinate*) dan memiliki bunga kecil berwarna pink sampai merah tersusun dalam tandan di ketiak daun, dan adanya rambut berbentuk T (biramus) yang

menyelimuti daun, batang, bunga dan kulit buah (Adema 2013). Manfaat spesies marga ini memiliki nilai ekonomi dan ekologis, sebagai pakan ternak, tanaman hias, obat serta pewarna (Burkill, 1995). *I. zollingeriana* sebagai pakan sapi dan kambing (Abdullah 2010). *I. hirsuta* sebagai obat nyeri dada di Tanganyika Kenya (Burkill 1995). Akar *I. spicata* oleh masyarakat Ethiopia digunakan sebagai sikat gigi. Batang *I. tinctoria* dikunyah untuk menyembuhkan batuk dan rebusan daun digunakan untuk mengobati nyeri dada, epilepsi, gangguan saraf, asma, bronkitis, demam dan keluhan perut, hati, dan ginjal terutama di Kamerun (Takawira-Nyenya & Cardon 2005). Spesies *I. tinctoria* menghasilkan pewarna indigo yang telah dimanfaatkan sampai saat ini di Indonesia

Backer & Bakhuizen (1963) mengidentifikasi *Indigofera* di Jawa sebanyak 18 jenis. Selanjutnya De Kort & Thjisse (1984) mengidentifikasi 17 jenis, tetapi eksplorasi terbaru terhadap *Indigofera* di Indonesia hanya ditemukan 50% (Muzzazinah *et al.* 2013). Berkurangnya jumlah jenis *Indigofera* ini dapat terjadi karena beberapa alasan antara lain jenis tersebut tidak dimanfaatkan oleh masyarakat, menyempitnya lahan dan hilangnya habitat alami. Eksplorasi terhadap *Indigofera* ini menjadi penting untuk menganalisis keanekaragaman, upaya konservasi bagi spesies potensial, dan pemetaan kembali sebaran spesies yang pernah dan masih hidup di Indonesia.

Karakterisasi *Indigofera* telah dilakukan pada karakter vegetatif maupun generatif (Schrire & Sims 1996, Morton 1988, Du Puy *et al.* 1992, Kazandjian & Wilson 2005). Karakterisasi morfologi dan agronomi *Indigofera* dengan analisis multivariat (Hassen *et al.*, 2006). Anatomi daun delapan spesies *Indigofera* (Nwachukwu & Mbagwu, 2006). Tanin, butir pati dan kristal di beberapa spesies *Indigofera* (Nwachukwu & Edeoga, 2006); Struktur kelenjar pada Neotropical *Indigofera* (Marquafavel *et al.* 2008), maupun DNA inti (Choi & Kim 1997, Schrire *et al.* 2009). Namun penelitian serupa baik morfologi, anatomi, fitokimia maupun DNA belum dilakukan untuk *Indigofera* di Indonesia.

Evaluasi karakter morfologi dilakukan untuk menentukan hubungan kekerabatan antar spesies yang ditemukan di Indonesia. Tinggi rendahnya nilai keserupaan karakter akan menentukan hubungan jauh dekatnya hubungan kekerabatan. Penelitian ini melaporkan hasil evaluasi keserupaan morfologi dari sembilan spesies *Indigofera* yang berasal dari Jawa, Madura, Samosir dan Flores, apakah hasil analisis karakter morfologi

dapat mengelompokkan spesies *Indigofera* pewarna, dan pemetaan distribusi *Indigofera* di Indonesia.

METODE PENELITIAN

Sampel

Sampel *Indigofera* dikoleksi dari 68 lokasi di Pulau Jawa, Pulau Madura, Pulau Samosir, dan Pulau Flores. Jumlah sampel terdiri dari 3-5 pohon dari setiap lokasi sehingga total sampel adalah 173 individu yang terdiri dari 170 sampel *Indigofera* dan 3 sampel outgroup mewakili tiga spesies yaitu *Tephrosia noctiflora*, *Crotalaria pallida* dan *Eritrina variegata*. Jumlah individu yang mewakili tiap spesies tidak sama bergantung pada sebaran di lokasi. Semua spesimen hasil eksplorasi disimpan di Laboratorium Taksonomi Tumbuhan Departemen Biologi IPB dan Laboratorium Taksonomi Program Studi Pendidikan Biologi FKIP UNS Solo.

Untuk keperluan analisis sebaran dilakukan inventarisasi ulang terhadap 630 spesimen koleksi tahun 1817 sampai 2005 yang disimpan di Herbarium Bogoriense (BO) dan 234 spesimen hasil eksplorasi.

Metode

Teknik pengambilan sampel dilakukan secara eksploratif. Waktu pengambilan sampel menyesuaikan dengan peruntukan sampel, masa berbunga dan masa berbuah. Untuk keperluan karakterisasi morfologi, sampel yang diamati meliputi batang, daun, bunga, buah dan biji dari 5 cabang dalam setiap individu, dan sampel berjumlah 5 pohon setiap populasi atau aksesori.

Sampel untuk herbarium diseleksi dari individu yang sehat dan tersedianya organ seperti daun, bunga, buah, dan biji yang lengkap. Koleksi dibuat tiga duplikat. Nomor koleksi diurutkan sesuai waktu pengambilan. Sampel yang sudah bernomor ditata dalam kertas koran dimasukkan dalam plastik berukuran 40 x 60cm, disiram dengan alkohol 70% dan di lakban. Sampel dibawa ke laboratorium untuk selanjutnya diproses menjadi herbarium.

Sampel biji untuk keperluan koleksi hidup dibutuhkan dari (30-)50(-

100) individu untuk setiap populasi, dan sebanyak 50 biji untuk setiap sampel. Koleksi dilakukan di banyak lokasi dan dipilih yang memiliki kisaran lingkungan berbeda. Sampel yang dikoleksi dari populasi dengan variasi morfologi berbeda, dipisahkan dan diberi nomor berbeda. Pengambilan foto dilakukan untuk setiap variansi (Rugayah 2005).

Pengamatan morfologi menggunakan metode deskriptif. Karakter yang diamati berjumlah 42. Karakter yang diamati di lapangan adalah habitus, bentuk kanopi, warna batang bagian ujung, bentuk pertumbuhan tunas (Valladares & Niinemets 2007). Karakter pada daun terdiri dari bentuk daun, ada tidaknya kelenjar, indumentum, bentuk rambut, kerapatan rambut, bentuk tepi daun, ujung daun, dan ukuran anak daun (Soladoye *et al.* 2010; Gafar *et al.* 2011). Karakter morfologi bunga yang diamati meliputi bentuk perbungaan, bentuk dan ukuran kelopak bunga, keadaan permukaan dan ukuran dari bendera, sayap, lunas dan warna pada kalik, bendera, lunas, dan sayap (Wilson & Rowe 2008; Gandi *et al.* 2011; Sanjappa 1985; Quiseda 1997). Karakter buah meliputi ukuran, bentuk, kedudukan, rambut, warna, jumlah biji, dan keberadaan kelenjar (Wilson & Rowe 2004; Schrire *et al.* 2009; Adema 2011). Karakter biji yang diamati adalah ukuran biji, bentuk biji, warna kulit biji (Al Ghamdi 2011; Paulino *et al.* 2011). Trichome sebagai karakter spesifik dalam *Indigofera* diamati struktur, sebaran, dan kerapatan (Leite *et al.* 2009, Marquiafavel *et al.* 2009). Karakter baru yang digunakan dalam penelitian ini meliputi warna daun segar, warna permukaan atas daun kering, warna permukaan bawah daun kering, dan keberadaan trichome pada anther. Untuk standarisasi warna dibandingkan dengan standar color test (Kornerup & Wanscher 1967).

Analisis gugus dilakukan menggunakan koefisien simple matching (SM) dan metode UPGMA dari program NTSys 2.11a (Rohlf 2004). Analisis data sebaran diperoleh dari GPS dan peta dasar digital rupa bumi dituangkan dalam peta sebaran dengan program ArcGIS9 .

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

Analisis Karakter

Analisis komponen utama dilakukan terhadap 42 karakter morfologi. Hasil analisis menyatakan 9 komponen utama menyumbang 83.2% dari variabilitas. Keragaman pada *Indigofera* Indonesia dapat dijelaskan oleh 9 komponen utama dengan besar sumbangan masing-masing komponen utama I,II,II,IV,V,VI,VII, VIII dan IX berturut-turut 16,3%, 31.3%, 45.7%, 54.8%, 62.6%, 68.9%, 74.4%, 79.3%, dan 83.2%. Karakter pembeda pada komponen pertama panjang racemus dan panjang pedikel masing-masing sebesar 0.35 dan 0.32. Karakter yang lain memiliki korelasi rendah. Komponen utama pertama dapat menjelaskan sebesar 16.3% dari variasi fenotip. Komponen utama kedua menunjukkan muatan yang tinggi untuk karakter warna daun segar dan jumlah biji sebagai karakter pembeda sebesar berturut-turut 0.27, 0.20. Karakter pembeda untuk komponen utama ketiga meliputi warna batang bagian ujung dan ketinggian wilayah. Komponen utama ketiga dapat menjelaskan 45.7% dari variasi. Karakter pembeda pada komponen utama keempat meliputi kelenjar permukaan daun berwarna coklat dan kelenjar pada kulit buah. Karakter kelenjar pada bendera dan jumlah polong dalam tandan merupakan karakter pembeda pada komponen utama kelima. Komponen utama kelima dapat menjelaskan 62.6% dari variasi. Sementara pertumbuhan tunas muda/ujung batang muda dan posisi tandan bunga dengan batang merupakan karakter pembeda pada komponen utama keenam dan ketujuh dan menjelaskan 68,9% dan 74,4% dari variasi. Karakter penebalan bentuk (bintil) bulat permukaan daun dan bentuk biji merupakan karakter pembeda untuk komponen utama kedelapan, yang dapat menjelaskan 79,3% dari variasi. Karakter panjang tangkai daun dan bentuk polong sebagai karakter pembeda pada komponen utama kesembilan yang dapat menjelaskan sebanyak 81.1% dari variasi (Tabel 2).

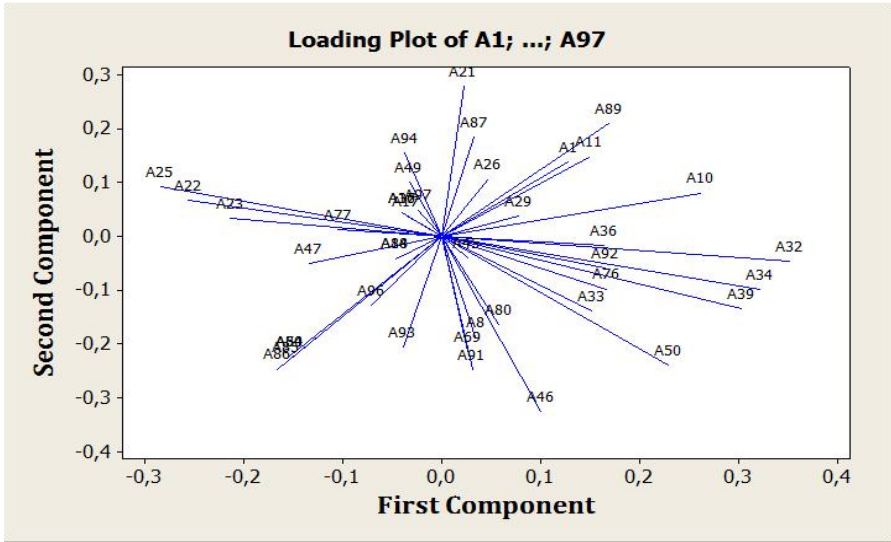
Dalam beberapa studi dengan penerapan PCA tiga atau empat komponen sudah dapat menjelaskan 70% dari variasi (Ruiz dan Egea 2008, Soladoye *et al.* 2010). Dalam penelitian ini persentase yang dihasilkan oleh tiga komponen hanya 49.6%. Total sembilan komponen utama menjelaskan 83.2% dari variasi. Hal ini mengungkapkan bahwa terdapat variasi morfologi yang besar dalam *Indigofera* yang menunjukkan adanya variasi genetik tinggi dalam populasi *Indigofera* di Indonesia. Oleh karena itu

untuk karakterisasi yang lebih bermakna diperlukan evaluasi karakter morfologi yang berbeda.

Tabel 2 Nilai eigenvalue dan nilai kumulatif berdasarkan 42 karakter morfologi pada *Indigofera* Indonesia

Variabel	PCA1	PCA2	PCA3	PCA4	PCA5	PCA6	PCA7	PCA8	PCA9
Eigenvalue	6.9	6.3	6.0	3.8	3.3	2.6	2.3	2.1	1.6
Individual percentage	0.163	0.150	0.144	0.091	0.078	0.063	0.055	0.049	0.039
Cumulative percentage	0.163	0.313	0.457	0.548	0.626	0.689	0.744	0.793	0.832

Karakter-karakter dengan keragaman tinggi terdapat pada karakter panjang tangkai daun, warna daun segar, bentuk stipula, panjang tandan bunga, panjang tangkai perbungaan, jenis indumentum braktea, bentuk cuping kaliks dan, tipe trikhom pada bendera. Karakter yang memiliki hubungan kuat dan positif dibentuk oleh karakter warna daun atas dan bawah daun kering, habitus dengan bangun daun dan jumlah biji, panjang tandan dengan panjang tangkai perbungaan.



Gambar 1 Loading plot 42 karakter pada *Indigofera* Indonesia

AnalisisGugus

Indigofera di Indonesia ditemukan sebanyak 9 spesies. Analisis pengelompokan dilakukan terhadap 173 nomor koleksi *Indigofera* dengan menggunakan 42 karakter morfologi. Pendekatan morfologi ini kemudian divisualisasikan dalam bentuk dendrogram (Gambar 2). Berdasarkan dendrogram tersebut, koefisien keserupaan antara sampel berkisar 0.32 sampai dengan 1. Pada tingkat keserupaan 0.32 *Indigofera* mengelompok dan terpisah dari outgroup. Gugus *Indigofera* disatukan oleh karakter adanya stipela, tipe perbungaan menandan, panjang tangkai perbungaan pendek kurang 2.5 mm, indumentum braktea uniseriate dan rambut panjang (*hirsut*), bentuk cuping, ada alat tambahan berupa kantong di kanan dan kiri tepi lunas, trichome pada anther, dan trichome pada polong. Gugus *Indigofera* ini selanjutnya memisah dan mengelompok berdasar spesies.

Pada tingkat keserupaan 0.48 gugus *I. hirsuta* memisahkan dari kelompok *Indigofera* yang lain oleh karakter panjang tandan bunga ($> 11.1-16.7$ cm), panjang tangkai perbungaan (2.7-5.5 cm), dan jumlah polong 33-99. Karakter ini menandai kedekatan hubungan kekerabatan dengan outgroup. Dapat dikatakan *I. hirsuta* merupakan spesies primitif dalam *Indigofera* Indonesia.

Tingkat koefisien keserupaan 0.50 *I. zollingeriana* memisahkan dari gugus *Indigofera* lainnya. Karakter yang memisahkan *I. zollingeriana* dengan gugus *Indigofera* lainnya adalah panjang petiole 1.8-2.6 cm, jumlah bunga 57-109, dan jumlah biji lebih dari 13. Selanjutnya pada koefisien keserupaan 0.56 menyatukan gugus *I. linifolia* dan *I. trifoliata* oleh karakter bentuk crown piramid. Namun kedua gugus selanjutnya memisah oleh karakter bentuk polong dan kelenjar pada kulit polong. Pada koefisien 0.61 *I. galegoides* membentuk gugus dan memisah oleh karakter habitus irregular, buah berparuh, ukuran polong 4.3-6.7 cm, dan polong tidak membuka.

Pada tingkat kemiripan 0.61 menyatukan empat gugus *I. longiracemosa*, *I. arrecta*, *I. suffruticosa* dan *I. tinctoria*. Keempat gugus disatukan oleh karakter habitus perdu, tingkat warna dari hijau tua, hijau kebiruan sampai hijau keabu-buan pada permukaan atas daun kering, warna hijau gelap, hijau keabu-abuan sampai biru hijau, bentuk segitiga memanjang pada stipula, dan cuping kaliks segitiga dan segitiga melebar. Pengelompokan ini memiliki relevansi dengan penelitian sebelumnya mengenai potensi sebagai pewarna. Empat spesies tersebut mengandung indican dan menghasilkan pewarna

biru indigo dengan kualitas baik. Gugus *I. longiracemosa*, memisahkan dari tiga gugus *I. arrecta*, *I. suffruticosa* dan *I. tinctoria* pada koefisien kemiripan 0.62. Karakter yang membedakan dengan tiga gugus yang lain pada bentuk pertumbuhan batang muda zig zag, warna batang muda kemerahan, bangun daun bentuk jorong melebar, warna daun segar hijau kebiruan gelap, bentuk stipula seperti sisik, dan pada bendera bunga bentuk belah ketupat. *I. longiracemosa* merupakan spesies asli Jawa yang ditemukan oleh Backer, namun tidak terdapat di Herbarium Bogoriense (Indonesia), Herbarium Leiden (Belanda) maupun Kew Herbarium (Inggris). Pada eksplorasi ini *I. longiracemosa* teridentifikasi dan ditemukan kembali di wilayah Sleman Yogyakarta sebanyak 7 individu. *I. longiracemosa* ini memiliki potensi yang sama sebagai penghasil warna biru.

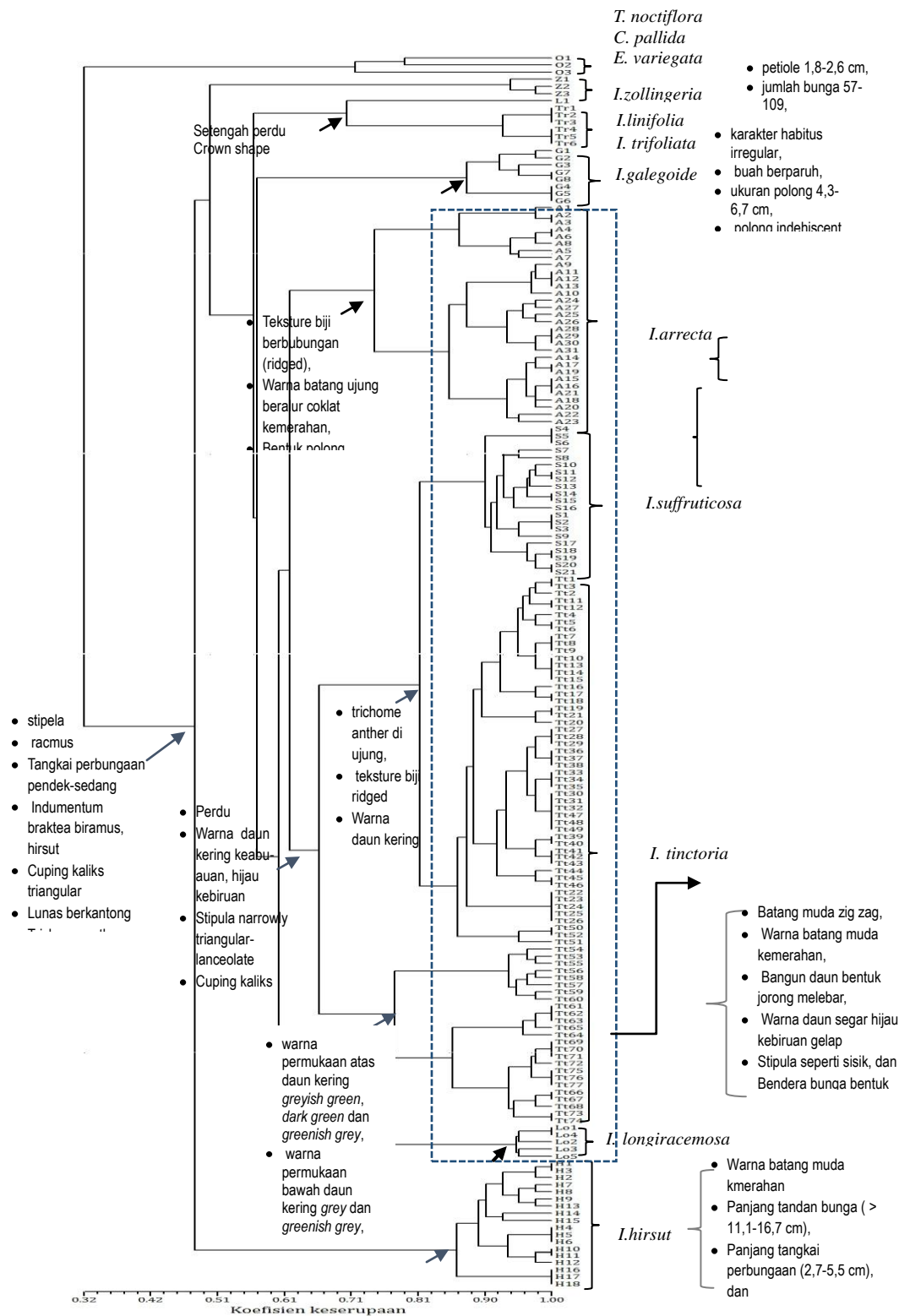
Gugus *I. arrecta* dari berbagai wilayah mengelompok pada koefisien kemiripan 0.64. Gugus ini disatukan oleh karakter tekstur biji berbubungan (ridged), warna batang muda beralur coklat kemerahan, dan bentuk polong silindris, panjang, dan lurus. Pada koefisien kemiripan 0.76 gugus *I. arrecta* mengelompok berdasar wilayah membentuk dua subgugus (Subgugus 1 dan 2). Subgugus 1 terdiri dari *I. arrecta* koleksi asal Yogya dan Temanggung, sedangkan subgugus 2 terdiri dari *I. arrecta* koleksi Samosir dan Magelang. Dua subgugus ini dibedakan oleh karakter warna permukaan atas dan bawah daun kering yang bervariasi, jumlah polong, ukuran polong, tekstur biji dan ukuran biji. Subgugus 1 memiliki warna keabu-abuan pada permukaan atas daun kering, Jumlah polong 3-32, ukuran polong < 43 mm, tekstur biji berbubungan, dan memiliki ukuran lebih besar yaitu >2,3 mm. Sementara subgugus 2 memiliki warna hijau gelap-hijau keabu-abuan dan abu-abu kehijauan, jumlah polong 33-61, polong berukuran 43-65 mm, tekstur biji halus dan biji berukuran kurang dari 2.3 mm. Adanya karakter yang bervariasi pada jumlah polong, ukuran polong, tekstur biji dan ukuran biji disebabkan adanya perbedaan geografi baik ketinggian, suhu udara, kelembaban, intensitas cahaya maupun faktor tanah. Spesies *I. arrecta* asal Samosir memiliki ukuran lebih besar dan jumlah polong lebih banyak, namun demikian perbedaan ini belum mencukupi untuk direkomendasikan sebagai tingkat takson yang berbeda. Variasi karakter juga terjadi pada *I. australis* di New South Wales dan Queensland dan ditetapkan sebagai subspecies (Wilson & Rowe 2010).

Pada koefisien kemiripan 0.66 menyatukan dua gugus *I. suffruticosa*, dan gugus *I. tinctoria*. Karakter warna batang coklat, warna permukaan atas daun *dark green* (25F3,

29F5, 29F3), *grey* (26F1, 29F1, 30F1), dan *greenish grey* (29F1, 29F2, 30F2), warna permukaan bawah daun kering *grey* (26F1, 29F1, 30F1), *turquish grey* (24D2) dan *greenish grey* (29F1, 29F2, 30F2), posisi trichome anter di ujung, dan tekstur biji ridged merupakan karakter yang menyatukan.

Pada koefisien kemiripan 0.78 gugus *I. tinctoria* asal Flores memisah dari *I. tinctoria* asal Jawa dan Madura. Secara fenotip *I. tinctoria* asal P. Flores dan P. Jawa sama namun terdapat karakter seperti warna permukaan atas daun kering *greyish green*, *dark green* dan *greenish grey*, warna permukaan bawah daun kering *grey* dan *greenish grey*, ukuran polong 43 – 66 mm, dan jumlah biji lebih dari 13. Ukuran polong dan jumlah biji asal Flores lebih besar dibanding *I. tinctoria* asal P. Jawa. Selain itu terdapat karakter yang spesifik dari hasil eksplorasi yaitu warna daun segar hijau biru tua, warna buah matang kemerahan dan warna buah tua coklat kemerahan. Karakter warna pada daun dan buah yang berbeda dari spesies wilayah lain dapat terjadi karena faktor lingkungan seperti suhu dan intensitas cahaya. Efek radiasi sinar matahari secara luas dilaporkan dalam tanaman *Brassica bapus* dapat meningkatkan klorofil dan pigmen (Alenius *et al.* 1995). Kandungan pigmen tanaman meningkat sejalan peningkatan sinar radiasi matahari (Alenius *et al.* 1995; Liu *et al.* 1995). Peningkatan karotenoid juga terjadi pada tanaman *Colophospermum mapone* sejalan dengan meningkatnya radiasi matahari yang tinggi (Musil *et al.* 2002). Suhu dan Intensitas cahaya di P. Flores memiliki kisaran lebih tinggi dibanding wilayah lain mencapai 30-34°C dan 101-117 lux.

Gugus *I. tinctoria* asal P Jawa dan Madura mengelompok pada koefisien kemiripan 0.86 disatukan oleh karakter ukuran polong <43 mm dan jumlah biji 8-12. Pada koefisien 0.91 *I. tinctoria* mengelompok berdasar asal wilayah yang lebih spesifik. Gugus *I. suffruticosa* mengelompok pada koefisien kemiripan 0.91 yang disatukan oleh karakter bentuk buah silindris lurus dan jumlah biji < 7. Pada koefisien kemiripan 0.93 *I. suffruticosa* mengelompok berdasar asal wilayah.



Gambar 2 Dendrogram *Indigofera* Indonesia berdasar 42 karakter morfologi. O1-3=outgroup, Z1-3=*I. zollingeriana*, L1=*I. linifolia*, Tr1-6=*I. trifoliata*, G1-6=*I. galegoide*, A1-23=*I. arrecta*, S1-20=*I. suffruticosa*, T1-74=*I. tinctoria*, Lo1-5=*I. longiracemosa*, H1-18=*I. hirsuta*. =gugus penghasil pewarna

Distribusi dan Jumlah populasi *indigofera* berdasar eksplorasi

Indigofera umumnya dijumpai pada formasi pantai sampai dataran tinggi (5-1200m dpl), menyukai paparan sinar matahari secara langsung. *Indigofera* ditemukan pada lokasi dengan ketinggian paling rendah 5m dpl di Desa Jukporong Kecamatan Kotabumi Kabupaten Bangkalan Madura sedangkan yang paling tinggi adalah di Puncak Tele, Pulau Samosir Sumatera Utara, dengan ketinggian 1200m dpl. Kondisi lingkungannya *Indigofera* tertera pada (Tabel 3)

Tabel 3 Data lingkungan *Indigofera* Indonesia

Faktor lingkungan	Keterangan
Ketinggian	5-1200 m dpl
Suhu	24-46 ⁰ C
Kelembaban	40.5-70%
Intensitas cahaya	32.6-448
pH tanah	5.47-9.21

Eksplorasi *Indigofera* dari 68 lokasi pada empat pulau yaitu P. Jawa, P. Madura, P. Flores dan P. Samosir, ditemukan 9 jenis. Jumlah jenis terbesar ditemukan di Pulau Jawa (9 jenis) dan jumlah jenis terkecil ditemukan di Pulau Flores dan Pulau Samosir (satu jenis). *I. tinctoria* merupakan jenis dengan sebaran terluas, ditemukan di 35 lokasi. *I. suffruticosa* merupakan jenis ke dua yang memiliki sebaran luas yaitu ditemukan pada 7 lokasi. *I. linifolia* dan *I. longiracemosa* hanya ditemukan pada satu lokasi masing-masing di Bangkalan dan Sleman. *I. trifoliata* ditemukan pada dua lokasi di Pracimantoro Jawa Tengah dan Lorok, Pacitan.

Jumlah populasi tertinggi adalah *I. tinctoria* diikuti oleh *I. zollingeriana*, *I. suffruticosa* dan *I. arrecta*, sedangkan spesies *I. linifolia* hanya ditemukan satu individu. Spesies *I. tinctoria* sampai saat ini dimanfaatkan sebagai pewarna khususnya oleh para pembatik dan penenun. Beberapa pembatik di Jogjakarta dan Pacitan telah memanfaatkan lahan kosong untuk budidaya *I. tinctoria* sebagai bahan pasta indigo. Meskipun tidak melakukan budidaya secara khusus tetapi dengan memanfaatkan lahan yang ada, telah melakukan konservasi untuk keberlanjutan *I. tinctoria*. Berbeda dengan *I. tinctoria*, *I. zollingeriana* telah dibudidayakan secara terpadu untuk substitusi pakan ternah sapi dan kambing (Abdullah 2010).

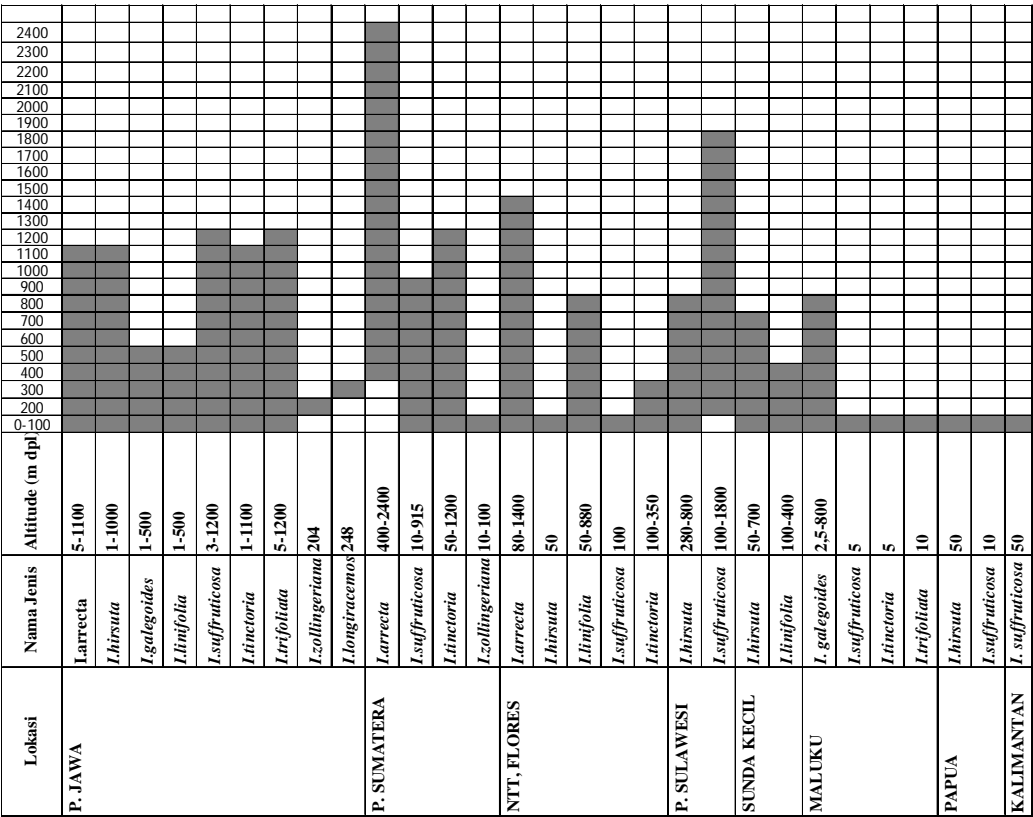
Selain itu *I. tinctoria* memiliki tingkat adaptasi terhadap lingkungan yang tinggi terlihat spesies ini mampu bertahan pada wilayah marginal seperti tanah kering, gersang dan padang pasir (Hassen *et al.* 2006). Dari hasil pengamatan habitat alami *Indigofera*, *I. tinctoria* dapat ditemukan di lokasi terbuka dengan substrat berpasir dan kandungan hara minim sampai daerah yang subur. Meskipun secara umum *Indigofera* dapat ditemukan dan hidup subur pada dataran rendah 0-400 m dpl, *I. arrecta* dapat beradaptasi sampai pada ketinggian 1200 m dpl. Karakter seperti indumentum pada standar dan alae, kepadatan rambut pada pinggiran lunas, panjang pedikel buah, dan ovarium yang gundul menunjukkan bahwa karakter itu sebagai indikasi kemampuannya dalam adaptasi terhadap lingkungan (Schrire *et al.* 2009).

Habitat alami *Indigofera* adalah di dataran rendah meliputi tepian pantai, tepi jalan, kebun kosong dan terkadang kebun penduduk. *I. tinctoria* berkembang pada habitat dengan pH tanah sekitar 8.2-8.9 dengan jenis tanah gembur, lempung atau berpasir. Jenis *I. galegoides* ditemukan di tebing-tebing dan pinggir sungai atau pinggir sawah dengan pH tanah pada substrat berkisar 8.4-8.8. *I. trifoliata* hanya ditemukan pada dua lokasi yaitu di desa Taman, Pacitan Jawa Timur dan desa Klayu Pracimantoro Wonogiri Jawa Tengah. Jenis tanah pada habitat *I. trifoliata* merupakan tanah berkapur, substrat kerikil. Jenis *I. suffruticosa* dan *I. arrecta* ditemukan di kebun penduduk yang sengaja ditanam. Habitat jenis ini memiliki tanah hitam dan subur dengan pH tanah 8.8. *I. zollingeriana* sudah menjadi tanaman budidaya yang dimanfaatkan sebagai pakan ternak jenis kambing, sapi dan domba. Habitat jenis ini pada tanah subur dan pH berkisar 6,87, sedangkan *I. longiracemosa* yang dikoleksi dari wilayah Sleman Yogyakarta memiliki habitat tanah hitam subur dengan pH 6.24.

Jenis-jenis *Indigofera* tersebar dari dataran rendah sampai tinggi. *I. tinctoria* ditemukan pada ketinggian 5- 110 m dpl, *I. suffruticosa* pada ketinggian 24-1800 m dpl, *I. hirsuta*, 22-1000 m dpl, dan *I. galegoides* dikoleksi pada ketinggian 42-800 m dpl. *I. arrecta* tersebar pada ketinggian 129-2400 m dpl. Sementara *I. longiracemosa* hanya ditemukan pada satu tempat pada ketinggian 248 m dpl (Gambar 3).

Eksplorasi *Indigofera* telah dilakukan pada 68 lokasi di Pulau Jawa, P. Madura, P. Flores, dan P. Samosir. Jumlah jenis yang ditemukan di seluruh lokasi eksplorasi sebanyak 9 jenis. Jumlah spesies terbesar ditemukan di DIY (6 jenis) yaitu *I. tinctoria*,

I. suffruticosa, *I. arrecta*, *I. hirsuta*, *I. galegoides*, dan *I. longiracemosa*. Di P. Madura ditemukan dua jenis *I. tinctoria* dan *I. linifolia*. Di P. Flores dan P. Samosir hanya menemukan satu spesies masing-masing adalah *I. tinctoria* dan *I. arrecta*.



Gambar 3 Sebaran vertikal *Indigofera* di Indonesia

KESIMPULAN

Indigofera Indonesia dalam hubungan kekerabannya mengelompok sesuai spesies. Karakter yang memiliki keragaman tinggi sehingga dapat mengelompokkan sesuai spesies adalah panjang tangkai daun, warna daun segar, bentuk stipula, panjang tandan bunga, panjang tangai perbungaan, jenis indumentum braktea, bentuk cuping kaliks dan, tipe trikhom pada bendera. Spesies penghasil warna mengelompok pada tingkat keserupaan 0.61 yang disatuan oleh habitus perdu, tingkat warna dari hijau tua, hijau kebiruan sampai hijau keabu-buan pada permukaan atas daun kering, warna hijau

gelap, hijau kebu-abuan sampai biru hijau, bentuk segitiga memanjang pada stipula, dan cuping kaliks segitiga dan segitiga melebar.

DAFTAR PUSTAKA

- Abdullah L. 2010. Herbage Production and Quality of Shrub Indigofera Treated by Different Concentration of Foliar Fertilizer. *Media Peternakan*: 169-175.
- Adema F. 2011. Notes on Malesian Fabaceae (*Leguminosae-Papilionoideae*) 15. notes on Indigofera. *Blumea* 56:270-272.
- Alenius CM, Vogelmann TC, Borman JF. 1995. A three-dimensional representation of the relationship between penetration of uv-B radiation and u.v.-screening pigments in leaves of *Brassica napus*. *New Phytol* 131:297-302.
- Al-Ghamdi FA. 2011. "Seed Morphology of Some Species of *Indigofera* (*Fabaceae*) from Saudi Arabia (Identification of Species and Systematic Significance)". *Am J Pl Sci* 2:484-495.
- Barker & Bakhuizen. 1963. *Flora of Java I*. Groningen (NL): Netherlands
- Bruneau A, Doyle JJ, Herendeen P, Hughes C, Kenicer G, Lewii G, Mackender B, Pennington RT, Sanderson MJ, Wojciechowski MF. 2013. Legume phylogeny in the 21 st century. *Taxon* 62(2):217-248.
- Burkill, HM. 1995. *The Useful Plants of West Tropical Africa*. Vol.2. Royal Botanic Garden. Kew. England: 654-670.
- Choi BH, Kim JH. 1997. ITS Sequence and Speciation on Far Eastern Indigofera (*Leguminosae*). *J Plant Res*. 110:339-346.
- De Kort I, Thijssse G. 1984. A Revision of The Genus *Indigofera* (*Leguminosae-Papilionoideae*) in Southeast Asia 1984 *Blumea* 30: 89-151.
- Du Puy, DJ, Labat JN, Schrire BD. 1992. The separation of two previously confused species in the *Indigofera spicata* complex (*leguminosae: Papilionoideae*). *Kew Bull* 48(4):727-733.
- Gafar MK, Ito AU, Attiku FA, Hassan AM, Peni IJ. 2011. "Proximate and Mineral Composition of the Leaves of Hairy Indigo (*Indigofera astragalina*)". *Pakistan J Nut* 10(2):168-175.
- Hassen A, Rehman NFG, Apostolides Z. 2006. Morphological and agronomic characterisation of *Indigofera* species using multivariate analysis. *Tropical Grassland* 40: 45-59.
- Kazandjian AA., Wilson PG. 2005. Reassessment of *Indigofera pratensis* var. *Coriacea* Domin and var. *Angustifolia* Domin (*Fabaceae: Faboideae*) with the recognition of a new species. *Telopea* 11(1):43-51.
- Kornerup A & JH Wanscher. 1967. *Methuen Handbook of Colour*. Mathuen & Co Ltd. London
- Liu L, McClure JW. 1995. Effects of UV-B on activities of enzymes of secondary phenolic metabolism in barley primary leaves. *Physiol Plant* 93: 734-739
- Leite VG, Marquiavafe FS, Moraes DP, Teixeira SDP. 2009. Fruit anatomy of neotropical species of *Indigofera* (*Leguminosae Papilionaceae*) with functional and taxonomic implication. *J Torrey Botanical Society* 136(2):203-211.

- Marquiafavel FS, Ferreira MDS, Teixeira S. 2009. Novel reports of glands in Neotropical species of Indigofera L. (*Leguminosae, Papilionoideae*). *Flora* 204 :189–197
- Morton, JF. 1988. Creeping Indigo (*Indigofera spicata* Forsk.) (Fabaceae)_A Hazard to Herbivores in Florida. *The Society of Economic Botany* 43: 1-3.
- Musil CF, Chimphango BM, Dakora FD. 2002. Effect of Elevated Ultraviolet-B Radiation on Native and Cultivated Plants of Southern Africa. *Annals of Botany* 90:127-137.
- Muzzazinah, Ariyani SRD, Nurmiyati. 2013. *Biodiversitas dan strategi koleksi pada kebun plasma nutfah tanaman “tom” (Indigofera spp.) pewarna*. Laporan Penelitian. UNS Surakarta.
- Nwachukwu C.U., Edeoga H.O. 2006. Tannins, Starch Grains and Crystals in Some Species of Indigofera L. (*Leguminosae-Papilionoideae*). *International Journal of Botany*, 2: 159-162.
- Nwachukwu CU, Mbagwu FN. 2006. Anatomical studies on the petiole of some species of *Indigofera*. *Agr J* 1(2): 55-58.
- Paulino JV, Groppo M. 2011. Floral Developmental Morphology of Tree Indigofera species (*Leguminosae*) and ITS Systematic significant within Papilionoideae. *Plant Syst Evol* 292:165-176.
- Quiseda EM.1997. Taxonomic significance of foliar dermatotypes and floral trichomes in some Cuban taxa of *Indigofera* L. (*Fabaceae-Faboideae*). *Polibotanica* 6:1-18.
- Rohlf FJ. 2004. *NTSYSpc Numerical Taxonomy and Multivariate Analysis System 2.1* User Guide. Department of Ecology and Evolution. State University of New York.
- Ruiz D, Egea J. 2008. Phenotypic diversity and relationships of fruit quality traits in apricot (*prunus armeniaca* L.) germplasm. *Euphytica* 163:143-158.
- Rugayah. 2005. Eksplorasi. Di dalam: Luntungan, HT, Karmawati E, Hartati S, editor. *Buku pedoman pengelolaan plasma nutfah perkebunan*. Bogor (ID): Pusat Penelitian dan Pengembangan Perkebunan. Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian. p 1-26.
- Sanjappa M. 1985. “The Marga Indigofera L. (*Fabaceae-Papilionaceae*) In Burma”. *Reindwardtia* 10 (2): 211-244.
- Schrire BD, Sims JR. 1996. A re-evaluation of pollen morphology and taxonomy in the tribe Indigofereae (*Leguminosae-Papilionoideae*). *Kew Bulletin* 52(4): 841-877.
- Schrire BD, Lavin M, Barker NP, and Forest F. 2009. Phylogeny of The Tribe Indigofereae (*Leguminosae-Papilionoideae*): Geographically Structure more in Succulent-Rich and Temperate Setting Than in Grass-Rich Environments). *Am J Bot* 96(4):816-825.
- Soladoye MO, Sonibare MA, Chukwuma EC. 2010. “Morphometric Study of the Marga *Indigofera* Linn. (*Leguminosae-Papilionaceae*) in South-Western Nigeria”. *Int J Bot* 2010:1-8.
- Stoker KG, Cooke DT and Hill DJ. 1998b. Influence of light on natural indigo production from woad (*Isatis tinctoria*). *Plant Growth Regulation* 25: 181–185.
- Takawira-Nyenya R, D Cardon. 2005. *Indigofera tinctoria* In: *Plant Resources of Tropical Africa* 3. Dyes and Tannins. Jensen, PCM and D Cardon (Eds). Bachuya
-

- Publisher, PROTA Foundation. The Netherlands: 94-99.
- Valladares F, Niinemets U. 2007. The architecture of plant crown:from design rules to light capture and performance in F Pugnaire and F Valladares (Eds). *Functional plant ecology*. 116-119. Taylor and Francis. New York.
- Wilson P.G., Rowe R. 2004. A Revision of the *Indigofereae* (*Fabaceae*) in Australia. 1. *Indigastrum* and the simple or unifoliolate species of *Indigofera*. *Telopea* 10(3):653-682.
- Wilson PG, Rowe R. 2008. A Revision of the *Indigofereae* (*Fabaceae*) in Australia. 2. *Indigofera* species with trifoliolate and alternately pinnate leaves. *Telopea* 12(2): 293–307.
- Wilson PG, Rowe R. 2010. New Taxa and Typifications in *Indigofera* (*Fabaceae*) for South Australia.*J. Adelaide Bot Gard* 24: 67–73.

**PEMANFAATAN SUMBERDAYA HAYATI BERKELANJUTAN MELALUI
INDIKASI GEOGRAFIS: BAMBU TEMEN SURADE SEBAGAI BAHAN BAKU
ANGKLUNG PADAENG**

**Angga Dwiartama^a, Eko Mursito Budi^{bc}, Joko Sarwono^b, Estianti Ekawati^{bc}, Mochamad
Fikry Pratama^a, Megarini Hersaputri^c, Ely Aprilia^c, Listyana^c**

^a*Sekolah Ilmu dan Teknologi Hayati, Institut Teknologi Bandung (ITB)*

^b*Fakultas Teknologi Industri, Institut Teknologi Bandung (ITB)*

^c*Pusat Teknologi Instrumentasi dan Otomasi, Institut Teknologi Bandung (ITB)*

Abstrak

Indikasi Geografis (IG) merupakan upaya legal untuk mengerangkai perlindungan atas kekayaan sumberdaya hayati dan budaya yang khas di satu wilayah geografis tertentu di dalam mekanisme pasar. Di sisi lain, IG juga dapat berperan di dalam melindungi eksploitasi berlebihan dari keanekaragaman hayati melalui pemanfaatan yang berkelanjutan.

Makalah ini memberikan gambaran studi awal mengenai proses dokumentasi yang mengarah pada penyusunan kerangka IG untuk sumberdaya hayati bambu temen (*Gigantochloa atter* (Hassk.) Kurz.) di Kecamatan Surade, Kabupaten Sukabumi, Jawa Barat. Bambu temen digunakan sebagai bahan baku utama dalam pembuatan angklung Padaeng karya Handiman, artisan lokal di Kota Bandung. Penelitian ini membandingkan karakteristik ekologis, morfologi dan anatomi dari bambu temen Surade dengan bambu temen hitam dari daerah lain di Jawa Barat (Kabupaten Kuningan dan Majalengka). Parameter ekologis yang diukur meliputi curah hujan, suhu dan kelembaban udara rata-rata, serta karakteristik tanah (pH dan kelembaban). Karakteristik morfologi dan anatomi bambu meliputi struktur serat dan kadar air berkaitan dengan kualitas bunyi untuk angklung. Data kemudian dianalisis untuk menentukan kekhasan dari bambu temen Surade.

Hasil penelitian menunjukkan adanya sedikit perbedaan antara bambu temen yang diperoleh di Kuningan dan Surade, dengan kualitas untuk angklung yang lebih baik pada bambu Surade yang berhubungan dengan struktur serat. Temuan ini menjadi dasar bagi penyusunan IG bambu temen Surade untuk angklung Padaeng, yang di dalamnya mencakup prosedur penanaman, pemanenan dan pemanfaatan bambu temen yang berkelanjutan melalui pendekatan kelembagaan multipihak.

Kata Kunci: bambu temen (*Gigantochloa atter*), angklung, Indikasi Geografis, Surade, Jawa Barat.

PENDAHULUAN

Indikasi Geografis (IG) telah menjadi suatu upaya legal untuk mengkerangkai perlindungan atas kekayaan sumberdaya hayati dan budaya yang khas di satu wilayah geografis tertentu di dalam mekanisme pasar (Raustiala & Munzer, 2007). IG berkembang sejalan dengan tumbuhnya perdagangan bebas internasional di bawah payung Organisasi Perdagangan Dunia (WTO) dan *Trade-related Intellectual Property Rights* (TRIPs). Berbeda dengan skema perlindungan hak atas kekayaan intelektual (HAKI) yang umum melindungi hak-hak individu seperti paten dan hak cipta, IG melindungi suatu produk yang berasal dari wilayah geografis tertentu, beserta kualitas produk yang melekat pada wilayah tersebut. Konsep mendasar dari IG adalah bahwa suatu wilayah geografis tertentu dapat menghasilkan produk yang memiliki kualitas spesifik yang tidak dapat direplikasi di wilayah lainnya (Kizos & Vakoufaris, 2010). Oleh karena itu, produsen dari luar wilayah tersebut tidak diperkenankan untuk menggunakan nama wilayah tadi di dalam pemasaran dan label dari produk. Beberapa produk IG yang telah mendunia di antaranya keju *parmigiano-reggiano* (Italia), tembakau *havana* (Kuba), beras *basmati* (India), dan anggur *champagne* (Perancis) (Addor & Grazioli, 2002).

Di sisi lain, IG juga dapat berperan di dalam melindungi eksploitasi berlebihan dari keanekaragaman hayati melalui pemanfaatan yang berkelanjutan. Berbagai penelitian di dunia telah menunjukkan hubungan antara IG dan konservasi keanekaragaman hayati (Berard & Marchenay, 2006; Garcia dkk., 2007). Praktek IG mengimplikasikan bahwa produksi suatu kekayaan hayati sangat terkait erat dengan kekayaan ekologis dan sosial-budaya yang ada di dalamnya. Mencerabut atribut sosio-ekosistem ini dari produk tertentu (seperti misalnya melalui produksi di wilayah lain) dapat menghilangkan karakteristik dan kualitas dari produk IG tersebut. Di sisi lain, di dalam IG tercantum tata cara pemanfaatan yang lestari yang seringkali bersumber dari kearifan lokal. Produk dengan label IG harus diproduksi dengan menaati tata cara tersebut, dan oleh karenanya IG mencegah terjadinya eksploitasi berlebihan dari suatu produk keanekaragaman hayati. Contoh nyata dari konservasi di dalam IG dipraktekkan oleh masyarakat di pegunungan Kodagu di India dalam memproduksi jeruk *Coorg* (Garcia dkk., 2007).

Di Indonesia, pemerintah melalui Kementerian Hukum dan HAM telah meratifikasi dan mengembangkan kerangka kebijakan IG sejak tahun 2007 melalui Peraturan Pemerintah (PP) No.51 tahun 2007 tentang Indikasi Geografis. Di tahun 2015, Indonesia telah memiliki 33 produk dengan IG terdaftar, di antaranya meliputi bahan pangan (contoh: kopi arabika Kintamani Bali, kopi arabika Gayo, lada putih Munthok, tembakau Mole Sumedang) dan kerajinan (mebel ukir Jepara). Di dalam kerangka kebijakannya, yang berhak mengajukan permohonan atas IG meliputi produsen hasil kekayaan alam, produsen hasil pertanian, pembuat hasil kerajinan, pedagang produk-produk tersebut, kelompok konsumen, dan lembaga yang mewakilinya (DJKI, 2015). Meskipun kerangka ini berlaku luas bagi artisan dan produsen berbagai macam produk lokal, sejauh ini produk-produk IG yang didaftarkan masih didominasi oleh produk-produk hasil pertanian.

Salah satu produk hasil kerajinan yang telah mewarnai budaya masyarakat Jawa Barat adalah angklung. Angklung telah umum diketahui merupakan warisan budaya dunia yang terdaftar di UNESCO, meskipun Indonesia sempat diresahkan oleh klaim angklung sebagai produk budaya Malaysia pada tahun 2010 (Liputan 6, Juni 2012). Atas dasar hal tersebut, terdapat urgensi untuk melindungi kekayaan angklung dari Indonesia di dalam kerangka perdagangan melalui IG. Di sisi lain, nama *angklung Padaeng* merupakan penghargaan dari Daeng Soetigna, seorang guru dan seniman dari Jawa Barat yang memperkenalkan seni bermain angklung diatonis (Soetigna, 1954). Dengan angklung diatonis-nya, permainan angklung dapat diperluas ke musik-musik kontemporer dan modern.

Kami mengenal satu artisan lokal Jawa Barat yang telah berpengalaman dalam mengembangkan angklung Padaeng ini, yaitu Bapak Handiman dari Bale Angklung Bandung. Sebagai salah seorang murid langsung Daeng Soetigna, Bapak Handiman mengajarkan budaya pembuatan dan permainan angklung ke sekolah-sekolah di Kota Bandung khususnya, dengan produk-produk angklung berkualitasnya diekspor ke berbagai negara di dunia. Bahan baku yang digunakan untuk pembuatan angklung adalah bambu khusus yang disebut bambu temen (*Gigantochloa atter* (Hassk.) Kurz.)

yang memiliki karakteristik batang yang keras dan tipis dengan ruang yang seragam, sehingga baik untuk menghasilkan bunyi nada pada angklung. Oleh karena itu, penelitian bertujuan ini mendokumentasikan proses persiapan dan pendaftaran IG untuk produk bambu temen, secara khusus dari daerah Surade, Kabupaten Sukabumi, Jawa Barat, yang digunakan sebagai bahan baku untuk produksi angklung. Padaeng oleh Bapak Handiman. Penelitian ini membandingkan kualitas dan karakteristik bambu yang dihasilkan dari Surade dengan bambu temen dari daerah lain untuk menentukan kekhasan dari bambu temen Surade.

METODE PENELITIAN

Penelitian dilakukan melalui beberapa pendekatan, termasuk sosial, ekologi, anatomi dan fisika, untuk menguji kualitas dari bambu temen yang dikoleksi. Penelitian ini mengambil lokasi koleksi di satu titik di Kecamatan Surade, Kabupaten Sukabumi (Gambar 1), sementara data diolah dan dianalisis di Laboratorium Analisis Ekosistem SITH ITB. Sebagai bahan perbandingan, data ekologis dan anatomis bambu juga diambil dari Kabupaten Majalengka dan Kuningan. Data ekologis yang diambil meliputi ketinggian, suhu dan kelembaban udara, pH dan kelembaban tanah, curah hujan, dan kondisi vegetasi. Koordinat pengambilan sampel di ketiga lokasi dapat dilihat pada Tabel 1.

Penelitian sosial bertujuan untuk mengetahui pemanfaatan dan budidaya bambu temen, baik untuk angklung ataupun untuk kegunaan lainnya. Wawancara dilakukan terhadap beberapa narasumber kunci yang telah berinteraksi secara intensif dengan Bapak Handiman dalam menyediakan bambu temen sebagai bahan baku angklung, ataupun dengan pihak Perum Perhutani di mana bambu dibiarkan tumbuh sebagai bagian dari wilayah hutan produksinya. Pengujian atas bambu temen dilakukan dengan mengambil spesimen dari tiga lokasi: Majalengka, Kuningan, dan Surade Sukabumi. Bambu-bambu tersebut dikelompokkan ke dalam empat kelompok pengujian, yaitu:

1. Bambu temen Surade (kode sampel S)
2. Bambu temen Kuningan (kode K)
3. Bambu temen Majalengka (kode M)
4. Bambu temen Majalengka usia tua (kode MT)

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

Karakteristik bambu temen (*Gigantochloa atter*)

Hasil identifikasi di Herbarium Bandungense menunjukkan bahwa bambu yang dikoleksi dari Surade, Kuningan dan Majalengka adalah benar *Gigantochloa atter* dari famili Poaceae, ordo Cyperales, berdasarkan sistem klasifikasi Cronquist (Rifai, 1995). Di dalam bahasa lokal, bambu ater juga dikenal dengan nama pring legi (Jawa) dan awi temen (Sunda). Bambu temen adalah bambu yang tumbuh secara simpodial, dengan struktur yang rapat. Batang dapat tumbuh hingga 25 meter, dengan diameter 5-10 cm, ketebalan batang 8 mm, berwarna hijau kebiruan dengan cincin berwarna pucat pada bukunya. Percabangan keluar dari buku pada 2-3 meter di atas tanah. Seludang batang berbentuk segitiga sempit dengan ujung terpankaskan, berwarna hitam berambut pada bagian luar, meranggas, tetapi bagian pangkal biasanya menetap. Helai daun lonjong, sekitar 10 cm x 3 cm, berbelok, meranggas; lidah daun 3-6 mm, dengan gigi-gigi yang tidak teratur; cuping daun bulat atau agak berlekuk ke luar, lebar 6-9 mm, panjang 3-7 mm, dengan sisik 4-6 mm. Batang muda lurus, hijau hingga hijau gelap, dengan rambut hitam yang tegak (Rifai, 1995).

Bambu temen tumbuh di lingkungan tropis dengan ketinggian hingga 1400 meter di atas permukaan laut. Jenis bambu ini tumbuh baik di daerah dengan curah hujan tidak lebih dari 2500 mm per tahun. Akan tetapi, berbeda dengan jenis bambu lain pada umumnya, bambu temen dapat mentoleransi kondisi kering dengan curah hujan 1000 mm per tahun. Bambu temen menyukai tipe tanah latosol, tapi juga mampu menyesuaikan dengan tanah alluvial, tanah berkapur dan tanah lempung berpasir. Asal muasal dari bambu temen tidak diketahui dengan pasti. Di Indonesia, bambu temen tumbuh secara alami dan dibudidayakan di daerah pedesaan di pulau Jawa. Di pulau-pulau lain, bambu temen biasanya ditemukan dalam bentuk liarnya (Rifai, 1995).

Pemanfaatan bambu temen secara berkelanjutan

Pada dasarnya, bambu temen yang ditemukan baik di daerah Sukabumi maupun Kuningan digunakan sebagai tanaman pencegah longsor di lereng gunung oleh Perum Perhutani. Adapun ladang warga yang memiliki tanaman bambu berasal turun temurun (perkebuanan alami) tidak ditanam secara masal. Pada umumnya tanaman bambu yang terdapat di ladang warga adalah bambu yang digunakan untuk bahan bangunan, beberapa juga terdapat bambu temen yang digunakan sebagai bahan baku angklung. Bambu yang tumbuh di ladang dan memiliki tanaman pelindung biasanya tumbuh baik dengan ruas yang panjang dan lurus sehingga sangat cocok dipakai sebagai bahan baku angklung.

Pemanenan bambu temen di alam liar dilakukan pada saat musim kemarau. Dipilih batang yang sehat yang memiliki ciri-ciri; kulit batang mulus, ranting dan daunnya tidak patah-patah, serta ujung batang yang menjuntai. Pemotongan batang bambu dilakukan pada ruas ke tiga dari tanah. Selanjutnya batang tersebut akan dibiarkan dalam keadaan tagak selama satu minggu hingga daun-daunya luruh. Batang bambu kemudian diambil dan dibersihkan ranting-rantingnya. Sebelum dapat digunakan sebagai angklung, batang disimpan dalam keadaan tegak selama 3-6 bulan hingga kadar airnya berkurang. Di dalam memilih lokasi pemanenan, bambu diambil dari rumpun yang tumbuh di lereng gunung yang daerahnya kering, jauh dari sumber air. Pemilihan lereng gunung dilakukan agar kadar air yang tersimpan pada pohon bambu tidak terlalu banyak. Rumpun bambu dipilih yang jauh dari rumpun lainnya. Rumpun bambu tersebut lebih sehat karena tidak berebut bahan makanan dengan rumpun lainnya. Dalam rumpun, dipilih batang bambu ke tiga dari luar rumpun.

Bambu yang digunakan untuk pembuatan angklung dipilih dari bambu yang sehat dengan ruas panjang, memiliki batang lurus dan berumur cukup \pm 4-5 tahun karena akan berpengaruh pada kepadatan serat bambu. Bambu yang baik memiliki serat yang cukup rapat. Kulit luar bambu halus, tidak keriput dan tidak berjamur. Penebangan batang bambu untuk angklung dilakukan pada saat musim kemarau. Setelah dipanen, bambu tidak dapat langsung digunakan untuk membuat angklung karena kadar air yang terkandung pada bambu masih sangat banyak. Bambu harus diperam selama \pm 6 bulan.

Pemeraman bambu dilakukan pada tempat yang tidak terkena sinar matahari langsung. Peletakan bambu pada saat diperam juga akan mempengaruhi kualitas bambu. Bambu sebaiknya diletakkan secara vertikal/ tegak.

Perbandingan karakteristik fisika-kimia lingkungan dan ekologis

Sebagaimana disampaikan di dalam bagian Pemanenan Bambu, kondisi lingkungan berpengaruh terhadap kualitas bambu temen yang diperoleh (Tabel 2). Apabila dibandingkan di antara tiga lokasi, tidak terdapat perbedaan yang cukup jelas dalam kaitannya dengan kondisi tanah, kondisi udara dan curah hujan (meskipun uji statistik perlu dilakukan untuk melihat signifikansi dari perbedaan data). Curah hujan tahunan terendah ada pada Kabupaten Kuningan, meskipun perbedaannya tidak terlalu jauh dibandingkan dengan Sukabumi (selatan, dalam hal ini Surade) dan Majalengka. Di seluruh lokasi, bulan-bulan dengan curah hujan tertinggi ada pada bulan Desember hingga April (di kisaran 300-600 mm/bulan), dengan perbedaan curah hujan yang sangat nyata dengan bulan Mei hingga November (kisaran 0-90 mm/bulan). Hal ini menunjukkan bahwa ada perbedaan musim kemarau dan penghujan yang nyata yang memungkinkan pertumbuhan dan kualitas bambu temen yang baik.

Tabel 2. Perbandingan kondisi fisika-kimia lingkungan di 3 lokasi

Lokasi	Kemiringan Lahan (%)	Kondisi Tanah		Kondisi udara		Curah hujan (mm/tahun)
		pH	kelembaban	Suhu rata-rata (C)	Kelembaban	
Sukabumi	40	6,5	95%	29	90%	1981
Majalengka	41	6	70%	31	79%	2049
Kuningan	62	6,2	95%	30	90%	1945

Di Kuningan, bambu temen diperoleh dari kawasan hutan tanaman industri Perum Perhutani yang didominasi oleh jati (*Tectona grandis*). Berbeda dengan ini, di Majalengka dan Surade, bambu temen berada di wilayah hutan rakyat dataran rendah tipe kebun-talun yang sangat heterogen, dengan vegetasi dominan lainnya meliputi awi bitung (*Dendrocalamus asper*), jati (*Tectona grandis*), akasia (*Acacia mangium*), sengon (*Paraserianthes falcataria*), alpukat (*Persea americana*), nangka (*Artocarpus*

heterophyllus), suren (*Toona sureni*), picung (*Pangium edule*), melinjo (*Gnetum gnemon*), tisuk (*Hibiscus macrophyllus*), mahoni (*Swietenia macrophylla*), purut (*Parartocarpus venenosa*), kelapa (*Cocos nucifera*), dan rambutan (*Nephelium lappacheum*); kerapatan rendah, beberapa area terbuka dengan rumpun bambu tersebar di tepian kebun-talun, kemiringan tepian > 40 . Kondisi vegetasi ini menjamin adanya sedikit naungan bagi pertumbuhan bambu temen, tetapi tidak terlalu rapat yang menyebabkan pertumbuhan terhambat. Kondisi ini juga menegaskan bahwa bambu temen lokal harus diperoleh dari wilayah dengan kondisi ekosistem yang heterogen dan seimbang.

Analisis kadar air dan karakteristik anatomi bambu temen

Analisis kadar air dilakukan pada bambu yang telah dikeringkan secara alami, dengan waktu pengeringan yang berbeda-beda, dari rentang dengan menggunakan Oven dan Timbangan Digital (ketelitian 4 desimal). Sebanyak tiga potongan bambu dari tiap kelompok sampel, masing-masing berukuran panjang 5 – 10 cm, ditimbang di tahap awal, kemudian dibakar di dalam Oven dengan suhu konstan 80°C selama 3 (tiga) hari. Berat potongan Bambu tersebut ditimbang setelahnya, kemudian diletakkan kembali ke dalam Oven, dan seterusnya hingga diperoleh berat konstan. Saat ini, pemanasan di dalam Oven telah mencapai hari ke-7, dengan pengukuran ketiga. Laju penurunan berat terlihat melambat, meskipun masih tetap menurun. Berat yang konstan menunjukkan bahwa kadar air dari *bambu temen yang telah kering secara alami* berada pada rentang 10,08-11,27%, kondisi kadar air yang ideal untuk bahan baku angklung. Sebaliknya, analisis kadar air pada bambu yang belum dikeringkan berada pada rentang 42 – 55%.

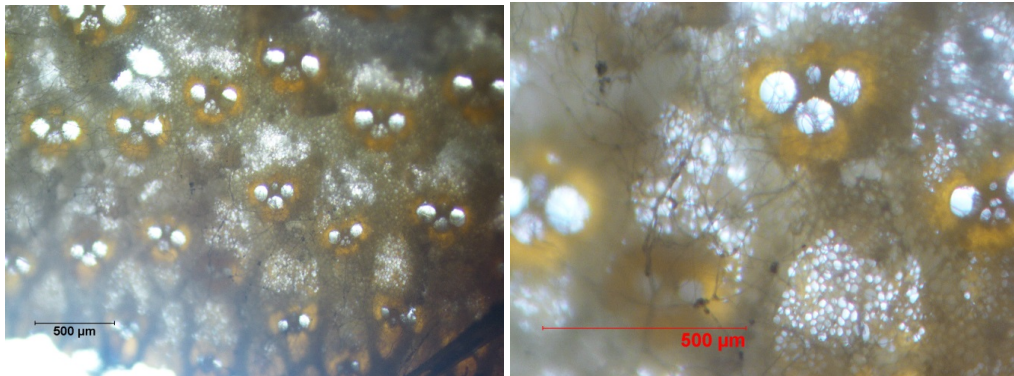
Dalam menganalisis struktur anatomi Bambu, penting untuk diketahui terlebih dahulu komponen-komponen jaringan di dalam Anatomi Bambu, dan bagaimana studi terdahulu telah menemukan sejauh mana keterkaitan antara struktur tersebut dengan kualitas dari Bambu sebagai alat musik angklung. Merujuk pada penelitian Liese (1985) dan Wegst (2008), salah satu faktor penentu karakteristik dari Bambu adalah struktur anatomi serat yang terkandung di dalam batangnya. Berbeda dengan tanaman kayu,

pada Bambu dan monocotyle secara umum, seludang pembuluh yang dimiliki tidak tersusun dalam kambium, tetapi tersebar secara acak di dalam batang bambu. Namun, berbeda dengan rumput-rumputan, seludang pembuluh pada bambu mengeras karena dilingkupi oleh struktur serat, yang menjadikan batang bambu memiliki karakteristik kokoh seperti kayu. Meskipun demikian, tidak seperti kayu, tidak ada 'lingkaran-lingkaran tahun' pada bambu. Akibat dari seludang pembuluh bambu yang tersebar acak adalah bahwa ukuran bambu tidak bertambah besar sepanjang tahun (karena tidak ada Kambium). Selain itu, konsekuensi lain adalah karena serat Bambu tidak terkonsentrasi di tengah batang, Bambu juga relatif lebih lentur/elastis (Wegst 2008).

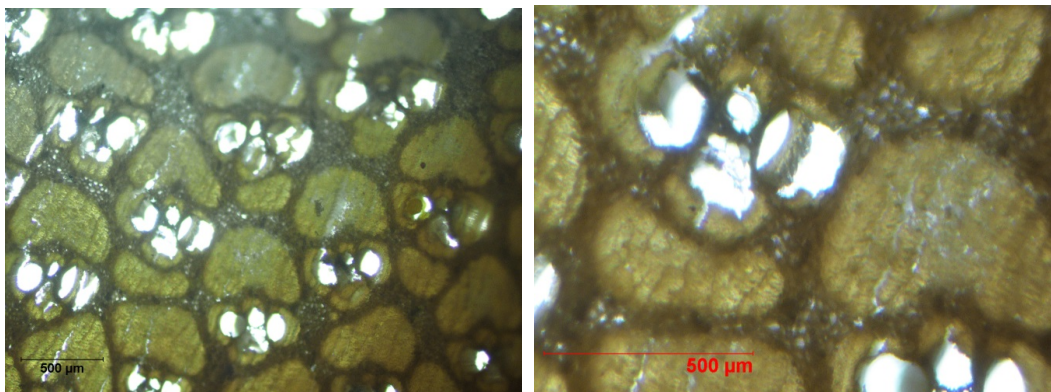
Anatomi Bambu dapat dibagi ke dalam 3 (tiga) bagian, yaitu bagian kulit luar atau epidermis, bagian tengah dan bagian dalam. Bagian Epidermis terdiri atas jaringan-jaringan yang memiliki pectin/wax yang mencegah air untuk meresap masuk ke dalam bagian dalam Bambu. Di antara epidermis dan bagian tengah, terdapat apa yang disebut Korteks, yaitu struktur yang mengandung banyak serat dan relatif lebih padat. Di bagian tengah dan bagian dalam, terkumpul banyak seludang pembuluh. Seludang pembuluh ini dapat dilihat secara jelas di bawah mikroskop dalam bentuk lubang-lubang besar yang tersusun teratur, dikelilingi oleh bagian yang lebih hitam (Gambar 2 dan Gambar 3). Lubang-lubang besar tersebut adalah pembuluh kayu dari Bambu, dan lubang yang lebih kecil adalah pembuluh tapis. Seludang ini dilapisi oleh bagian berwarna kehitaman (menunjukkan kepadatan strukturnya), yang terdiri atas sel-sel sklerenkim, komponen utama dari serat Bambu. Bagian yang berwarna lebih terang adalah matriks pengisi, yang utamanya terdiri atas sel-sel parenkim, yaitu sel-sel pada tumbuhan yang belum terdiferensiasi. Struktur matriks, oleh karena itu, cenderung lebih lunak.

Dari deskripsi di atas, dapat ditarik beberapa kesimpulan di dalam menentukan kualitas bambu melalui analisis mikroskopis, yaitu jumlah dan kepadatan Seludang pembuluh (relatif terhadap ruang matriks) dan ukuran lubang pembuluh (relatif terhadap komponen sel/serat), yang dapat mengindikasikan massa jenis Bambu. Sejauh ini, telah dilakukan pengamatan anatomi mikroskopis dari sampel bambu Majalengka dan Surade. Dari hasil pengamatan, dapat diketahui bahwa ukuran seludang pembuluh pada bambu temen Surade lebih besar daripada bambu temen Majalengka, serta sebaliknya jumlah (kepadatan) seludang lebih rendah daripada bambu temen Majalengka. Struktur

serat pada bambu temen Surade yang lebih renggang dapat mengindikasikan massa jenis yang lebih ringan dan serat yang lebih lunak, dan oleh karena itu lebih mudah untuk diolah menjadi angklung.



Gambar 2. Bambu temen Majalengka, sayatan melintang, perbesaran 40x (kiri) dan 100x (kanan)



Gambar 3. Bambu temen Surade, sayatan melintang, perbesaran 40x (kiri) dan 100x (kanan)

KESIMPULAN DAN SARAN

Makalah ini telah memaparkan karakteristik dari bambu temen yang berasal dari daerah Surade, Kuningan dan Majalengka, dengan menitikberatkan pada karakter ekologis, anatomis dan fisik bambu. Data menunjukkan bahwa meskipun kondisi fisika-kimia lingkungan antara Surade dan Kuningan-Majalengka tidak menunjukkan perbedaan yang nyata, tetapi bambu dari Surade dianggap lebih baik dari dua daerah lainnya, dan ini ditunjukkan dari struktur anatomis dari bambu. Penelitian ini juga telah

mendokumentasikan bagaimana proses pemanenan bambu secara alami, yang berangkat dari kearifan lokal yang dimiliki masyarakat petani dan pengrajin (artisan) angklung, menentukan kualitas dari bambu yang didapat untuk produksi angklung Padaeng. Pemanfaatan bambu dengan cara seperti ini menjamin kelestarian dan pencegahan dari eksploitasi berlebihan. Meskipun demikian, seiring dengan meningkatnya permintaan atas angklung Padaeng berkualitas baik, perlu diupayakan langkah untuk menjamin ketersediaan dari bambu temen di Surade. Penelitian lebih lanjut perlu dilakukan untuk menentukan faktor-faktor pembeda lainnya, khususnya dalam kaitannya dengan kapasitas akustika, elastisitas dan daya tahan bambu temen yang berbeda sebagai bahan baku angklung Padaeng.

DAFTAR PUSTAKA

- Addor, F., & Grazioli, A. (2002). Geographical indications beyond wines and spirits. *The Journal of World Intellectual Property*, 5(6), 865-897.
- Bérard, L., & Marchenay, P. (2006). Local products and geographical indications: taking account of local knowledge and biodiversity. *International Social Science Journal*, 58(187), 109-116.
- Direktorat Jenderal Hak atas Kekayaan Intelektual (DJKI) (2015). *Buku Indikasi Geografis Indonesia*. Kementerian Hukum dan HAM RI.
- Garcia, C., Marie-Vivien, D., Kushalappa, C. G., Chengappa, P. G., & Nanaya, K. M. (2007). Geographical Indications and Biodiversity in the Western Ghats, India: Can labeling benefit producers and the environment in a mountain agroforestry landscape?. *Mountain Research and Development*, 27(3), 206-210.
- Kizos, T., & Vakoufarris, H. (2011). Alternative Agri-Food Geographies? Geographic Indications In Greece. *Tijdschrift voor economische en sociale geografie*, 102(2), 220-235.
- Liese, W. (1985). Anatomy and properties of bamboo. In *Proceedings of the International Bamboo Workshop* October 1985 (pp. 196-208).
- Liputan 6 (Juni, 2012). *Terusik lagi klaim negeri Jiran*. Diakses dari http://news.liputan6.com/read/416067/terusik-lagi-klaim-negeri-jiran_tanggal_13_November_2016.
- Raustiala, K., & Munzer, S. R. (2007). The global struggle over geographic indications. *European Journal of International Law*, 18(2), 337-365.
- Rifai, M.A. (1995). *Gigantochloa atter* (Hassk.) KurzIn: Dransfield, S. & Widjaja, E.A. (Editors). *Plant Resources of South-East Asia No. 7: Bamboos*. Backhuys Publisher, Leiden, The Netherlands, pp. 104-106
- Soetigna, D. (1954). *Membela Kehormatan Angklung*. Skripsi ujian B-1 Seni Suara, Jakarta.
- Wegst, U. G. (2008). Bamboo and wood in musical instruments. *Materials Research*, 38(1), 323.

IDENTIFIKASI SENYAWA KANDIDAT INHIBITOR PROTEIN TYROSINE PHOSPHATASE 1B (PTP1B)

Ritia Rahmawati¹⁾, Yunawati Sele, Reni Istiningrum

Pascasarjana Universitas Negeri Malang

Email: ritia_99@yahoo.com¹⁾

Abstrak

Diabetes mellitus merupakan salah satu penyakit serius dan kronis yang tingkat insidennya meningkat. DM tipe II disebabkan kegagalan relatif sel β dan resisten insulin. Dalam kegagalan relatif sel β dan resisten insulin tersebut, komponen yang berperan penting adalah protein tyrosine phosphatases (PTPs). Salah satu jenis protein yang termasuk PTPs adalah protein tyrosine phosphatase 1B (PTP1B). Penghambatan aktivitas PTP1B dapat meningkatkan sensitifitas insulin di hati serta meningkatkan terjadinya autofosforilasi. Hal tersebut menunjukkan bahwa aktivitas inhibitor PTP1B sangatlah berpotensi untuk memperbaiki resistensi insulin dan menormalkan kadar glukosa dalam plasma. Oleh karena itu, penelitian ini ditujukan untuk mencari senyawa alami kandidat inhibitor dari PTP1B yang memiliki pola pengikatan yang sama dengan senyawa 4,5-Dihydronaphthofurans dan Dibenzofurans, dimana senyawa tersebut telah diketahui sebagai inhibitor dari PTP1B.

Penelitian ini merupakan penelitian *in silico*. Tahapan penelitian secara *in silico* yang akan digunakan, yaitu mengoleksi sekuen PTP1B dari database UniProt, mengoleksi senyawa kandidat inhibitor PTP1B dari database *Zinc Natural Product Catalog*, memilih Struktur 3D Protein *template* dari Database PDB, *Protein-protein Docking* dengan menggunakan *web server* PatchDock dan *web server* FireDock, *virtual screening* dengan menggunakan *software* Pyrx 0,8, dan memvisualisasi bentuk interaksi PTP1B dengan senyawa kandidat inhibitorynya menggunakan *software* LigPlus.

Dari hasil penelitian *in silico* ini diketahui bahwa senyawa kandidat inhibitor dari protein PTP1B adalah Zinc14584515. Zinc14584515 memiliki afinitas paling negatif terhadap PTP1B dan memiliki kemiripan dengan 4,5-Dihydronaphthofurans dan Dibenzofurans karena sama-sama mengikat Asp181, Ser216, Ala217, Arg221 melalui interaksi hidrofobik dan Lys120, Phe182, Ile219 melalui ikatan hidrogen. Zinc14584515 merupakan kode senyawa alami untuk senyawa inoxanthone.

Kata Kunci: Diabetes Mellitus tipe 2, PTP1B, *In Silico*, inoxanthone

PENDAHULUAN

Diabetes mellitus (DM) merupakan salah satu penyakit serius dan kronis

yang tingkat insidennya meningkat. Secara epidemiologi, diperkirakan bahwa pada tahun 2030 prevalensi Diabetes Melitus (DM) di Indonesia mencapai 21,3 juta orang (Diabetes Care, 2004). Sedangkan hasil Riset kesehatan Dasar (Riskesdas) tahun 2007, diperoleh bahwa proporsi penyebab kematian akibat DM pada kelompok usia 45-54 tahun di daerah perkotaan menduduki ranking ke-2 yaitu 14,7%. Dan daerah pedesaan, DM menduduki ranking ke-6 yaitu 5,8% (Pusat Komunikasi Publik Departemen Kesehatan RI, 2009).

Menurut Smeltzer & Bare (2002) DM tipe II disebabkan kegagalan relatif sel β dan resisten insulin. Resistensi insulin adalah turunya kemampuan insulin untuk merangsang pengambilan glukosa oleh jaringan perifer dan untuk menghambat produksi glukosa oleh hati. Sel β tidak mampu mengimbangi resistensi insulin ini sepenuhnya, artinya terjadi defisiensi relatif insulin. Dalam kegagalan relatif sel β dan resisten insulin tersebut, komponen yang berperan penting adalah protein tyrosine phosphatases (PTPs) yang aktivitasnya mengganggu kaskade pensinyalan insulin. Salah satu contoh PTPs yang memiliki kontribusi besar dalam timbulnya penyakit diabetes mellitus adalah protein tyrosine phosphatase 1B (PTP1B).

PTP1B memainkan peran paling penting dalam menurunkan regulasi pensinyalan sinyal insulin melalui defosforilasi reseptor insulin. Studi tentang penghambatan aktivitas PTP1B pada tikus menunjukkan bahwa penghambatan tersebut dapat meningkatkan sensitivitas insulin di hati serta meningkatkan terjadinya autofosforilasi. Hal tersebut menunjukkan bahwa aktivitas inhibitor PTP1B sangatlah berpotensi untuk memperbaiki resistensi insulin dan menormalkan kadar glukosa dalam plasma. Pada akhirnya inhibitor PTP1B dapat digunakan sebagai agen farmakologis yang potensial untuk pengobatan diabetes (Dixit *et al*, 2008).

Fakta yang menunjukkan bahwa penggunaan inhibitor PTP1B memiliki potensi besar untuk digunakan dalam pengobatan diabetes maka *screening* dan pengujian potensi inhibitor PTP1B terus menerus dilakukan. Salah

satunya adalah sintesis, docking molekuler dan aktivitas inhibitor dari 4,5-dihydronaphthofurans and dibenzofurans. Terkait dengan hal itu maka diperlukan suatu kajian untuk menemukan inhibitor PTP1B sebagaimana yang diangkat menjadi judul penelitian ini yaitu “***Identifikasi senyawa kandidat inhibitor Protein Tyrosine Phosphatase 1B (PTP1B)***”.

METODE PENELITIAN

Memilih Struktur 3D PTP1B dari Database PDB dan senyawa kandidat inhibitor PTP1B

Struktur 3 D protein *template* yang digunakan pada penelitian ini berasal dari database *protein data bank*/PDB. Untuk senyawa kandidat inhibitor PTP1B diperoleh dari database *Zinc Natural Product Catalog* (<http://zinc.docking.org/browse/catalogs/natural-products>).

Protein-protein Docking

Pada penelitian ini, tahapan *protein-protein docking* dilakukan secara bertahap, yaitu: *protein-protein rigid docking* dilakukan dengan menggunakan *web server* PatchDock (<http://bioinfo3d.cs.tau.ac.il/PatchDock/>) dan perbaikan struktur dan dilakukan skoring ulang hasil *protein-protein rigid docking* dengan menggunakan *web server* FireDock (<http://bioinfo3d.cs.tau.ac.il/FireDock/>). Tahapan *protein-protein docking* tersebut diaplikasikan pada PTP1B dengan senyawa alami yang diperoleh dari *Zinc Natural Product Catalog* dan termasuk dalam kelompok 10 teratas.

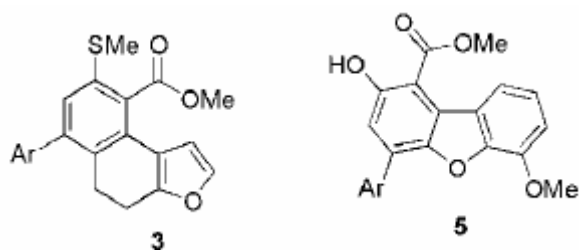
Virtual Screening dan Visualisasi Interaksi

Pada penelitian ini, *virtual screening* menggunakan *software* Pyrx 0,8. Hasil virtual screening akan divisualisasikan menggunakan *software* PyMol dan *software* LigPlus.

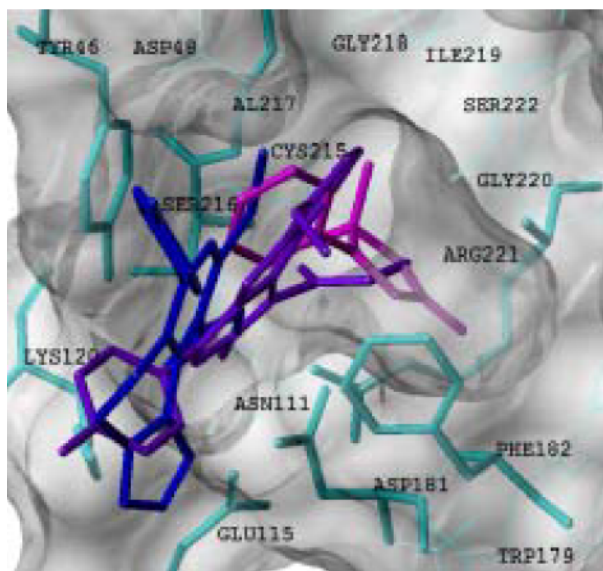
HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

4,5-Dihydronaphthofurans dan Dibenzofurans merupakan senyawa
B-14-158

inhibitor yang secara selektif mampu menghambat jalur persinyalan PTP1B. Fungsi hidroksi dan carbomethoxy pada posisi yang berdekatan pada rangka dibenzofuran sangat penting untuk aktivitas penghambatan karena hidroksi dan carbomethoxy terlibat dalam sejumlah interaksi H-ikatan dengan Ser216, Ala217, Asp181, Tyr46 dan interaksi elektrostatik dengan Arg221. (Dixit, 2008).



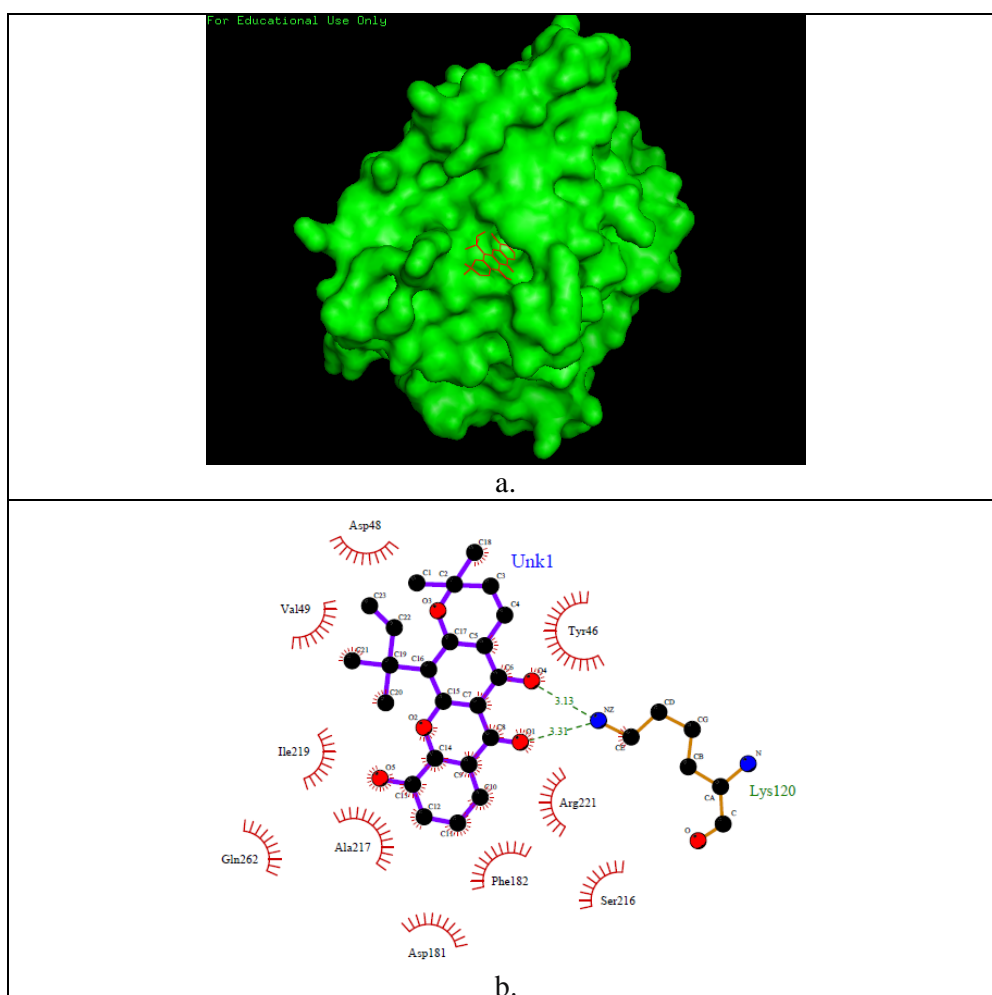
Gambar 3. Struktur inhibitor PTP1B ((3) 4,5-dihydronaphthofurans dan (5) dibenzofurans)



Gambar 4. Konformasi senyawa 3a 6-(4-fluorophenyl)-8-methylsulfanyl-4,5-dihydronaphtho[2,1-*b*]furan-9-carboxylic acid methyl ester (biru) dan 4-(4-fluorophenyl)-2-hydroxy-6-methoxy-dibenzofuran-1-carboxylic acid methyl ester (ungu) pada struktur X-ray kristalografi terikat 1,2,5- thiadiazolidin-3-satu-1,1-dioksida (magenta) dalam situs katalitik PTP1B. Residu penting bagi inhibitor mengikat ditunjukkan dengan tongkat/ stik berwarna biru muda/cyan.

4,5-Dihydronaphthofurans dan Dibenzofurans selanjutnya akan digunakan sebagai inhibitor kontrol untuk mencari senyawa alami kandidat inhibitor PTP1B.

PTP1B dengan kode 1AAX sebagai *receptor molecule* dan senyawa kandidat inhibitor PTP1B diperoleh dari database *Zinc Natural Product Catalog* dengan mengunduh dari vendor *AfroDb ligand molecule* pada tahap *protein-protein docking*. Sepuluh senyawa kandidat hasil *protein-protein docking* akan digunakan dalam *virtual screening* menggunakan software PyRx 0.8 (Data tidak ditampilkan).

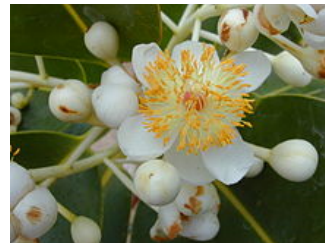
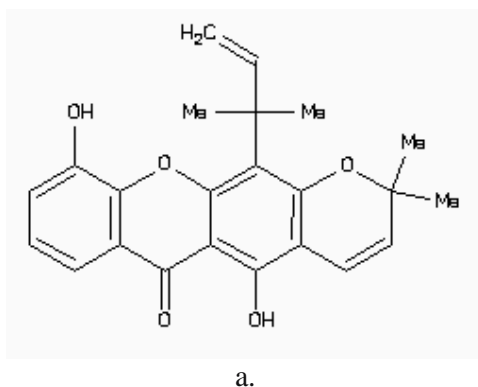


Gambar 5. Visualisasi Interaksi PTP1B dengan Zinc14584515

a. Visualisasi Interaksi menggunakan software PyMol b. Visualisasi Interaksi menggunakan software LigPlus

Visualisasi interaksi PTP1B dan senyawa kandidat menggunakan software PyMol dan software LigPlus. Berdasarkan hasil analisis menggunakan *software* LigPlus diketahui bahwa interaksi intermolekuler yang terjadi antara protein PTP1B dengan inhibitor PTB1B didapatkan kandidat protein inhibitor PTP1B

adalah Zinc14584515 dengan afinitas sebesar -7,9 dan mode 0. Zinc14584515 memiliki afinitas paling negatif terhadap PTP1B dan memiliki kemiripan dengan 4,5-Dihydronaphthofurans dan Dibenzofurans, yaitu Asp181, Ser216, Ala217, Arg221 yang merupakan residu pada interaksi hidrofobik dan ikatan hidrogen berupa Lys120, Phe182, Ile219. Zinc14584515 merupakan inoxanthone. Nyamplung (*Calophyllum inophyllum*) merupakan tanaman yang mengandung inoxanthone dan diduga dapat menjadi inhibitor bagi aktivitas protein PTP1B (Yimdjo, M. C. dkk., 2004).



b.

Gambar 5. Inoxanthone. a. Struktur Kimia dari inoxanthone. b. Tanaman nyamplung (*Calophyllum inophyllum*): bunga nyamplung (http://en.wikipedia.org/wiki/Calophyllum_inophyllum) dan tanaman nyamplung (<http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Calophyllum-inophyllum05.jpg>)

SIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Berdasarkan penelitian secara *in silico* dapat disimpulkan bahwa kandidat inhibitor dari protein PTP1B adalah Zinc14584515. Zinc14584515 memiliki afinitas paling negatif terhadap PTP1B dan memiliki kemiripan dengan 4,5-Dihydronaphthofurans dan Dibenzofurans, yaitu Asp181, Ser216, Ala217, Arg221 yang merupakan residu pada interaksi hidrofobik dan ikatan hidrogen

berupa Lys120, Phe182, Ile219. Zinc14584515 merupakan inoxanthone. Selain itu, penelitian berbasis in vitro dan in vivo penting dilakukan untuk membuktikan bahwa inoxanthone berpotensi sebagai inhibitor PTP1B pada manusia.

DAFTAR PUSTAKA

- Pusat Komunikasi Publik Departemen Kesehatan RI. 2009. *Tahun 2030 Prevalensi Diabetes Melitus Di Indonesia Mencapai 21,3 Juta Orang*. (Online), diakses dari <http://www.depkes.go.id/article/view/414/tahun-2030-prevalensi-diabetes-melitus-di-indonesia-mencapai-213-juta-orang>. html pada tanggal 9 November 2016
- Smeltzer, Suzanne C. dan Bare, Brenda G, 2002, *Buku Ajar Keperawatan Medikal Bedah Brunner dan Suddarth* (Ed.8, Vol. 1,2), Alih bahasa oleh Agung Waluyo. Jakarta: EGC
- Dixit, M., Saeed U., Kumar, A., Siddiqi, M. I., Tamrakar, A. K., Srivastava, A. K., dan Goel, A. 2008. Synthesis, Molecular Docking and PTP1B Inhibitory Activity of Functionalized 4,5-Dihydronaphthofurans and Dibenzofurans. *Med Chem, Volume 4*, 18-24.
- <http://www.rcsb.org>
- <http://zinc.docking.org/browse/catalogs/natural-products>
- <http://bioinfo3d.cs.tau.ac.il/PatchDock/>
- <http://bioinfo3d.cs.tau.ac.il/FireDock/>
- Dallakyan, Sargis. 2004. Pyrx: Introduction. (Online), ([http://pyrx.sourceforge.net/component/content/article/35-introduction/ 53-index#disqus_thread](http://pyrx.sourceforge.net/component/content/article/35-introduction/53-index#disqus_thread)) diakses tanggal 24 Januari 2016.
- DeLano, Warren L. 2002. *PyMOL: An Open-Source Molecular Graphics Tool*. (Online), ([http://www.ccp4.ac.uk/newsletters/newsletter40/ 11_pymol.pdf](http://www.ccp4.ac.uk/newsletters/newsletter40/11_pymol.pdf)) diakses tanggal 24 Januari 2016.
- Laskowski R. A., Swindells M.B.. 2011. LigPlot⁺: multiple ligand-protein interaction diagrams for drug discovery. *J. Chem. Inf. Model.*, 51, 2778-2786.
- http://en.wikipedia.org/wiki/Calophyllum_inophyllum
- <http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Calophyllum-inophyllum05.jpg>
- Yimdjo, M. C., Azebaze, A. G. B., Nkengfack, A. E., dan Fomum, Z. T. 2004. Antimicrobial and Cytotoxic Agents from *Calophyllum inophyllum*. *Phytochemistry Volume 65* (20), 2789-2795.

KEANEKARAGAMAN ANGGOTA ORDO ANURA DI LINGKUNGAN UNIVERSITAS NEGERI YOGYAKARTA

Titis Adhiaramanti, Sukiya dan Ciptono¹⁾

Jurusan Pendidikan Biologi FMIPA UNY

E-mail: ciptono@uny.ac.id¹⁾

Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi jenis anggota ordo Anura yang terdapat di lingkungan Universitas Negeri Yogyakarta (UNY) dan mengetahui faktor pendukung sehingga ditemukannya anggota ordo di tempat tersebut.

Penelitian ini termasuk dalam jenis penelitian *survey* dengan metode observasi langsung atau *VES* (*Visual Encounter Survey*). Pengamatan dan pengambilan data dilakukan terhadap anggota ordo Anura dewasa. Data yang diambil meliputi ciri-ciri spesies, waktu saat ditemukan, aktivitas saat ditemukan, nama kolektor dan mikroklimatik berupa suhu dan kelembaban udara. Identifikasi ordo Anura menggunakan buku acuan *Amfibi Jawa dan Bali* (Iskandar, 1998) dan *The Amphibian of the Indo-Australian Archipelago* (Kampen, 1923). Data penelitian yang diperoleh dianalisis secara deskriptif untuk menggambarkan keragaman spesies dari anggota ordo Anura yang ditemukan.

Hasil penelitian menunjukkan di lingkungan UNY ditemukan 4 spesies dari 4 famili, yaitu *Bufo melanostictus* (Bufonidae), *Polypedates leucomystax* (Rhacophoridae), *Fejervarya cancrivora* (Ranidae), dan *Kaloula baleata* (Microhylidae). Spesies dari ordo Anura yang paling banyak ditemukan pada penelitian ini adalah *Bufo melanostictus* dan *Polypedates leucomystax*, keduanya ditemukan pada hampir semua lokasi penelitian. *Fejervarya cancrivora* hanya ditemukan pada dua lokasi saja, yaitu di sekitar gedung Rektorat dan Fakultas Ilmu Keolahragaan, sedangkan *Kaloula baleata* hanya ditemukan di lingkungan Fakultas Teknik. Faktor lingkungan yang mendukung keberadaan anggota ordo Anura di tempat tersebut meliputi kecocokan habitat yang terkait dengan suhu dan kelembaban udara.

Kata kunci: Keanekaragaman, Amfibi, Anura, VES, Universitas Negeri Yogyakarta.

ABSTRACT

This research is purposed to identify type of member of Anura ordo in Yogyakarta State Univeristy (YSU) and to know the supporting factors there.

The research is belong to survey research based on direct observation VES (Visual Encounter Survey) method. The observation is executed toward mature member of Anura Ordo. Collecting data include species characters, founded time, activity when founded, collector names, and microclimate such as temperature and humidity. The identification of Anura ordo is based on Amfibi Jawa and Bali (Iskandar, 1998) and the Amphibian of the Indo-Australian Archipelago (Kampen, 1923) books. The data collection is focused on mature member of Anura ordo. The research data are analyzed descriptively.

The result of the research shows that there are 4 species from 4 families founded in Yogyakarta State University environment, such as Bufo melanostictus (Bufonidae), Polypedates leucomystax (Rhacophoridae), Fejervarya cancrivora (Ranidae), and Kaloula baleata (Microhylidae). The most founded species is Bufo melanostictus and Polypedates leucomystax. Both are founded almost in all locations. Fejervarya cancrivora is founded only in two locations: Rectorate and Sport science faculty. Kaloula baleata is founded only in engineering faculty. The environmental factors supporting the existence of Anura ordo are temperature and humidity.

Key words : Diversity, Amphibian, Anura, VES, Yogyakarta State University.

PENDAHULUAN

Herpetofauna merupakan fauna yang meliputi kelas amfibi dan reptilia, yang keduanya biasa digabungkan menjadi satu kelompok, karena mempunyai pergerakan yang relatif lambat dengan cara merayap (Pough, 1998).

Saat ini data mengenai keberadaan dan status amfibi di Indonesia sangat sedikit. Menurut Iskandar dalam Fitriana (2008), keanekaragaman herpetofauna di Indonesia diketahui cukup besar. Amfibi di Jawa dan Bali diketahui sebanyak 41 jenis. Jumlah ini lebih kecil dibandingkan dari jumlah jenis di Pulau Sumatera (90 jenis), Kalimantan (148 jenis) dan Semenanjung Malaysia (101 jenis). Sebaran masing-masing jenis di tiap lokasi yang belum banyak dipelajari. Salah satu lokasi yang cukup strategis adalah kota Yogyakarta. Propinsi DIY menyediakan habitat yang potensial bagi herpetofauna. Suasana kota yang sesuai sebagai habitat herpetofauna diantaranya adalah taman kota, kampus dan daerah riparian di sekitar sungai atau sumber air.

Lingkungan kampus memberikan dukungan habitat yang khas dikarenakan lokasi dan tata ruangnya menyediakan habitat buatan seperti parit atau selokan, kolam, kebun percobaan, dan lain sebagainya yang juga merupakan pusat aktifitas manusia. Salah satu kampus yang menyediakan tipe habitat yang cukup lengkap adalah Kampus UNY.

Menurut Addien (2009), Qurniawan (2012), dan Sari (2013), herpetofauna khususnya amfibi sendiri memiliki peranan penting dalam ekosistem baik secara ekologi maupun ekonomi. Sebagai salah satu komponen ekosistem, Anura dewasa memegang peranan penting dalam rantai makanan suatu ekosistem, baik sebagai mangsa maupun predator hama serta serangga yang merugikan bagi manusia, merupakan bioindikator lingkungan yang cukup sensitif, merupakan salah satu hewan eksotik dan komoditas ekspor.

Ketergantungan amfibi terhadap lingkungannya bagi kepentingan suhu tubuhnya membuat amfibi umumnya terbatas pada habitat spesifik, karena amfibi memiliki kontrol yang kecil terhadap suhu tubuhnya, maka demi keberlangsungan hidupnya amfibi harus tetap berada dalam lingkungan dengan batas suhu yang sesuai.

Minimnya informasi atau database dan penelitian terkait keanekaragaman herpetofauna, khususnya ordo Anura di daerah tersebut membutuhkan perhatian tersendiri. Proses pendataan perlu dilakukan secara periodik untuk mendapatkan data keanekaragaman anggota ordo Anura yang relatif konstan. Kurangnya penelitian mengenai Anura serta kurangnya pemahaman dari masyarakat terhadap pentingnya Anura menyebabkan potensinya belum banyak tergali dengan baik, serta belum pernah dilakukan penelitian identifikasi anggota ordo Anura di lingkungan Universitas Negeri Yogyakarta. Hal inilah yang mendorong untuk dilakukannya penelitian mengenai anggota ordo Anura di lingkungan Universitas Negeri Yogyakarta. Diharapkan data mengenai keragaman Anura dapat digunakan sebagai upaya konservasi Anura maupun habitat alaminya.

METODE PENELITIAN

Jenis Penelitian

Penelitian ini termasuk dalam jenis penelitian survey. Pengamatan dilakukan terhadap anggota ordo Anura dewasa yang dilakukan dengan cara observasi.

Waktu dan Tempat Penelitian

Waktu pelaksanaan penelitian ini dilakukan pada bulan April 2013 sampai Mei 2013. Tempat penelitian ini dilakukan di lingkungan UNY.

Data, Teknik Pengumpulan Data

Data yang diambil meliputi: waktu saat ditemukan, aktivitas saat ditemukan, nama kolektor, ada tidaknya makanan, dan ciri-ciri spesies. Sampel hewan ordo Anura kemudian diidentifikasi berdasarkan pada buku referensi dari Iskandar (1998) dan Kampen (1923).

Rancangan Analisis Data

Analisis data yang digunakan untuk memaknakan data jenis dan habitat adalah analisis deskriptif untuk keragaman anura.

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, anggota ordo Anura di lingkungan UNY disajikan dalam Tabel 1.

Tabel 1. Pengamatan anggota ordo Anura di lingkungan Universitas Negeri Yogyakarta

No	Famili	Spesies	Lokasi					
			R FIP	MI PA	F I K	F B S	FISFE	F T
1.	Bufonidae	<i>Bufo melanostictus</i>	√	√	√	√	√	√
2.	Rhacophoridae	<i>Polypedates leucomystax</i>	√	√	√	√	√	√
3.	Ranidae	<i>Fejervarya cancrivora</i>	√	—	√	—	—	—
4.	Microhylidae	<i>Kaloula baleata</i>	—	—	—	—	—	√

Keterangan : RFIP = Rektorat dan Fakultas Ilmu Pendidikan, MIPA = Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, FIK = Fakultas Ilmu Keolahragaan, FBS = Fakultas Bahasa dan Sastra, FISFE = Fakultas Ilmu Sosial dan Fakultas Ekonomi, FT = Fakultas Teknik, √ = dijumpai, dan — = tidak dijumpai.

Hasil penelitian didapatkan bahwa di lingkungan Universitas Negeri Yogyakarta memiliki 4 spesies ordo Anura dari 4 famili berbeda yang berhasil teridentifikasi. Masing-masing spesies yang dijumpai merupakan satu perwakilan dari setiap famili. Menurut Iskandar (1998) dan Kurniati (2003), Anura yang terdapat di Jawa terdiri dari 5 famili, yaitu Bufonidae, Microhylidae, Megophryidae, Ranidae, dan Rhacophoridae. Famili yang ditemukan dalam penelitian ini, yaitu famili Bufonidae dengan spesies *Bufo melanostictus*, Rhacophoridae dengan spesies *Polypedates leucomystax*, Ranidae dengan spesies *Fejervarya cancrivora* dan Microhylidae dengan spesies *Kaloula baleata*.

Tabel 2. Ciri-ciri spesies anggota ordo Anura

Warna	Kulit	Tungkai Depan		Tungkai Belakang		Piringan Ujung Jari	Spesies
		Tungkai	Jari	Tungkai	Jari		
Coklat, coklat kekuningan, kehitaman	Kasar berbintil-bintil	Pendek	4	Pendek	5	Tidak	<i>Bufo melanostictus</i>
Coklat, coklat muda, coklat kekuningan	Kasar berbintil-bintil Halus	Pendek	4	Panjang	5	Ada	<i>Polypedates leucomystax</i>
Coklat, coklat kehitaman	Halus	Pendek	4	Panjang	5	Tidak	<i>Fejervarya cancrivora</i>
Coklat tua, coklat kehitaman, lipatan lengan merah bata	Halus	Pendek	4	Pendek	5	Ada	<i>Kaloula baleata</i>

Ciri-ciri spesies *Bufo melanostictus* berwarna coklat, coklat kekuningan atau kehitaman. Kulit kasar berbintil-bintil, tidak memiliki piringan pada ujung jari, tungkai depan pendek dengan 4 jari dan tungkai belakang pendek dengan 5 jari. *Polypedates leucomystax* tubuh berwarna coklat, coklat muda, atau coklat kekuningan. Kulit halus, memiliki piringan pada ujung jari, tungkai depan pendek dengan 4 jari dan tungkai belakang panjang dengan 5 jari. *Fejervarya cancrivora* tubuh berwarna coklat atau coklat kehitaman. Kulit halus, tidak ada piringan pada ujung jari, tungkai depan pendek dengan 4 jari dan tungkai belakang panjang dengan 5 jari. *Kaloula baleata* tubuh berwarna coklat tua atau coklat kehitaman dengan lipatan pada bagian lengan berwarna merah bata. Kulit halus, tidak ada piringan di ujung jari, tungkai depan pendek dengan 4 jari dan tungkai belakang pendek dengan 5 jari.

Anura berasal dari bahasa Yunani, yaitu kata “*An*” yang berarti “tanpa dan “*Uro*” yang berarti “ekor”, dengan demikian dapat diartikan bahwa Anura adalah semua jenis amfibi yang tidak mempunyai ekor (Zug, 1993). Klasifikasi dari Ordo Anura menurut McFarland (1985), Zug (1993), dan Vitt (2009) adalah sebagai berikut; Domain: Eukarya, Kingdom: Animalia, Filum: Chordata, Subfilum: Vertebrata, Superkelas: Tetrapoda, Kelas: Amfibia, Subkelas: Lissamfibia, dan Ordo: Anura.

1. *Bufo melanostictus*



Gambar 1. *Bufo melanostictus* pada substrat rumput di Rektorat

Klasifikasi dari Ordo Anura menurut Iskandar (1998) dan Kampen (1923) adalah sebagai berikut; Domain: Eukarya, Kingdom: Animalia, Filum: Chordata, Subfilum: Vertebrata, Superkelas: Tetrapoda, Kelas: Amfibia, Subkelas: Lissamfibia, Ordo: Anura, Famili: Bufonidae, Genus: *Bufo*, dan Spesies: *Bufo melanostictus*.

Bufo melanostictus sering disebut juga dengan nama kodok buduk atau kodok puru. Kodok jenis ini memiliki ukuran tubuh sedang. Jari-jari berselaput renang separuh. Tungkai depan pendek dengan 4 jari dan tungkai belakang pendek dengan 5 jari. Jari-jari pada kodok ini tidak memiliki piringan pada ujung jarinya. Tekstur kulit kasar dengan bintil-bintil bonteng yang jelas. Warna kodok muda umumnya kemerahan, sedangkan pada kodok

dewasa memiliki warna coklat, coklat kekuningan, kehitaman, bintil atau bonteng berwarna hitam atau coklat, alur kepala biasanya coklat tua atau hitam. *Bufo melanostictus* dapat ditemui hampir disemua lokasi penelitian dengan jumlah yang cukup banyak. Kodok ini dijumpai pada beberapa substrat, yaitu pada tanah atau serasah, rumput, tepi kolam, parit dan di bawah pohon. Spesies ini mempunyai habitat selalu berada di dekat hunian manusia atau wilayah yang terganggu. Substrat tersebut merupakan habitat dari kodok ini sehingga kita dapat dengan mudah menemukan mereka pada tempat-tempat tersebut.

Aktivitas kodok ini pada saat dijumpai antara lain sedang merangkak, lompat maupun diam. Kodok ini ada yang dijumpai pada saat mencari makanan seperti serangga. Perkembangbiakan dengan bertelur sebanyak beberapa ratus sampai seribu butir dikeluarkan dalam bentuk untaian berlendir, biasanya dalam kolam atau genangan air di malam purnama. Habitat dari kodok ini selalu berada di dekat hunian manusia atau wilayah yang terganggu. Tidak pernah terdapat di hutan hujan tropis (Iskandar, 1998).

2. *Polypedates leucomystax*



Gambar 2. *Polypedates leucomystax* berada pada daun di Fakultas Bahasa dan Seni (FBS)

Klasifikasi dari Ordo Anura menurut Iskandar (1998) dan Kampen (1923) adalah sebagai berikut; Domain: Eukarya, Kingdom: Animalia, Filum: Chordata, Subfilum: Vertebrata, Superkelas: Tetrapoda, Kelas: Amfibia, Subkelas: Lissamfibia, Ordo: Anura, Famili: Rhacophoridae, Genus: *Polypedates*, dan Spesies: *Polypedates leucomystax*.

Polypedates leucomystax merupakan katak pohon yang berukuran sedang dengan warna coklat, coklat muda atau coklat kekuningan. Katak pohon ini memiliki postur tubuh yang ramping kulit yang relatif halus dan basah. Tungkai depan pendek dengan jumlah jari sebanyak 4 dengan jari yang setengah berselaput. Tungkai belakang yang sangat panjang dengan 5 jari yang hampir sepenuhnya berselaput. Panjangnya tungkai belakang ini digunakan sebagai lokomosi. Katak pohon seperti famili Rhacophoridae ini memiliki piringan (discs) pada ujung jarinya untuk membantu dalam memanjat.

Menurut Iskandar (1998) perkembangbiakan katak ini biasanya pasangan membuat sarang berbusa di atas tetumbuhan di atas kolam. Setelah menetas berudu akan bergerak

menggeliat dan membuat busa mencair. Jenis ini dalam satu musim bertelur menghasilkan lebih dari 100 telur. Habitat katak ini sering dijumpai di antara tetumbuhan atau pepohonan. Dari hasil penelitian katak jenis ini dijumpai pada pohon, daun, parit maupun di tanah. Ada beberapa aktivitas yang sedang dilakukan katak ini pada saat dijumpai seperti merangkak, melompat maupun diam. Jenis ini sering mendekati hunian manusia, karena tertarik oleh adanya serangga di sekeliling lampu.

3. *Fejervarya cancrivora*



Gambar 3. *Fejervarya cancrivora* yang ditemukan di Fakultas Ilmu Keolahragaan (FIK)

Klasifikasi dari Ordo Anura menurut Iskandar (1998) dan Kampen (1923) adalah sebagai berikut; Domain: Eukarya, Kingdom: Animalia, Filum: Chordata, Subfilum: Vertebrata, Superkelas: Tetrapoda, Kelas: Amfibia, Subkelas: Lissamfibia, Ordo: Anura, Famili: Ranidae, Genus: *Fejervarya*, dan Spesies: *Fejervarya cancrivora*.

Fejervarya cancrivora adalah jenis katak yang berukuran cukup besar dengan lipatan-lipatan atau bintil-bintil memanjang paralel dengan sumbu tubuh. Tekstur kulit halus tertutup oleh bintil-bintil atau lipatan-lipatan memanjang dan menipis. Katak ini memiliki warna tubuh coklat atau coklat kehitaman.

Perkembangbiakan secara bertelur sekitar 500 sampai lebih dari 1000 butir telur, biasanya selama bulan gelap, dalam air menggenang seperti sawah. Katak ini sangat terkenal hidup di sawah-sawah. Jenis ini jarang ditemukan sepanjang sungai, tetapi dapat ditemukan tidak jauh dari sungai. Aktivitas yang sedang dilakukan katak ini pada saat dijumpai sedang diam. Pada saat dijumpai katak ini berada di dalam parit. Jari-jari berselaput renang separuh.

Tungkai depan pendek dengan 4 jari dan tungkai belakang pendek dengan 5 jari. Jari-jari pada katak ini tidak memiliki piringan pada ujung jarinya.

4. *Kaloula baleata*



Gambar 4. *Kaloula baleata* pada substrat jalan di Fakultas Teknik (FT)

Klasifikasi dari Ordo Anura menurut Iskandar (1998) dan Kampen (1923) adalah sebagai berikut; Domain: Eukarya, Kingdom: Animalia, Filum: Chordata, Subfilum: Vertebrata, Superkelas: Tetrapoda, Kelas: Amfibia, Subkelas: Lissamfibia, Ordo: Anura, Famili: Microhylidae, Genus: *Kaloula*, dan Spesies: *Kaloula baleata*.

Kaloula baleata memiliki tubuh yang tampak sangat gembung dengan tungkai belakang sangat pendek. Tungkai depan pendek dengan 4 jari dan tungkai belakang pendek dengan 5 jari. Jari-jari pada katak ini memiliki piringan pada ujung jarinya. Katak ini memiliki jari-jari berselaput renang. Tekstur kulit katak ini halus. Tubuhnya berwarna coklat tua atau coklat kehitaman dengan adanya bercak merah bata di bagian lipatan lengan. Jenis ini dikenal suka berbunyi sebelum atau sesudah hujan lebat, ketika mereka berkumpul. Berudu tampaknya tidak makan sama sekali dan akan keluar dari siklus larva dalam dua minggu. Habitat dari katak ini biasanya menggali lubang dalam pot bunga.

Tabel 3. Data lokasi penemuan anggota ordo Anura di lingkungan Universitas Negeri Yogyakarta

No	Spesies	Habitat					
		Tanah	Rumput	Serasah	Parit	Kolam	Pohon
1.	<i>Bufo melanostictus</i>	√	√	√	√	√	
2.	<i>Polypedates leucomystax</i>	√			√		√
3.	<i>Fejervarya cancrivora</i>				√		
4.	<i>Kaloula baleata</i>	√					√

Habitat suatu organisme adalah tempat organisme itu hidup, atau tempat ke mana seseorang harus pergi untuk menemukannya. Habitat dapat juga menunjukkan tempat yang diduduki oleh seluruh komunitas (Odum, 1998). Menurut Heyer (1994), amfibi dapat dijumpai

pada habitat terestrial dan perairan. Amfibi menghuni berbagai habitat mulai dari pohon-pohon di hutan hujan tropis, halaman di sekitar pemukiman penduduk, di sawah-sawah, kolam-kolam, sampai celah-celah batu di sungai yang mengalir deras. Begitu juga halnya dengan ordo Anura.

Hasil pengamatan dari 4 jenis anggota ordo Anura di lingkungan Universitas Negeri Yogyakarta ini masing-masing jenis dapat ditemukan pada beberapa habitat tertentu. Jenis *Bufo melanostictus* dapat ditemukan di tanah, rumput, serasah, parit, maupun di kolam. *Polypedates leucomystax* banyak ditemukan di pepohonan, namun ada juga yang ditemukan di tanah maupun di parit. *Fejervarya cancrivora* di lokasi pengamatan tersebut hanya ditemukan di parit, sedangkan *Kaloula baleata* dapat ditemui di tanah dan pepohonan.

Tabel 4. Jumlah anggota ordo Anura di lingkungan Universitas Negeri Yogyakarta

No	Spesies	Lokasi						Total
		RFIP	MI PA	FIK	FBS	FIS FE	FT	
1.	<i>Bufo melanostictus</i>	122	113	101	100	92	102	630
2.	<i>Polypedates leucomystax</i>	4	9	3	14	5	5	40
3.	<i>Fejervarya cancrivora</i>	2	0	3	0	0	0	5
4.	<i>Kaloula baleata</i>	0	0	0	0	0	3	3

Keterangan : RFIP = Rektorat dan Fakultas Ilmu Pendidikan, MIPA = Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, FIK = Fakultas Ilmu Keolahragaan, FBS = Fakultas Bahasa dan Sastra, FISFE = Fakultas Ilmu Sosial dan Fakultas Ekonomi, dan FT = Fakultas Teknik.

Spesies Anura yang paling banyak ditemukan pada penelitian ini adalah *Bufo melanostictus* dan *Polypedates leucomystax*. Kedua spesies ini dapat dijumpai hampir pada semua lokasi penelitian. *Fejervarya cancrivora* hanya dijumpai pada dua lokasi saja yaitu di Rektorat dan Fakultas Ilmu Keolahragaan. Letak lokasi ini merupakan lokasi yang berdekatan. Untuk *Kaloula baleata* hanya dapat dijumpai pada lokasi Fakultas Teknik saja dan tidak ditemukan di lokasi lainnya. Adanya jenis yang berbeda ini disebabkan kondisi lokasi yang berbeda dari lokasi pengamatan lainnya. Lokasi ini merupakan lokasi yang dekat dengan aliran sungai (selokan). Perbedaan jumlah dari masing-masing jenis ini dapat menyebabkan keanekaragaman. Keberadaan *Fejervarya cancrivora* dan *Kaloula baleata* yang sangat rendah ini dapat disebabkan oleh perubahan habitat yang diakibatkan pembangunan sarana fisik di lingkup Universitas Negeri Yogyakarta yang semakin meningkat sehingga mempersempit habitat mereka.

Morfologi katak berbeda tergantung pada habitatnya. Katak akuatik atau semi-akuatik seperti famili Ranidae memiliki selaput di antara jari-jarinya untuk membantu dalam berenang. Menurut Ardiansyah (2002), keanekaragaman jenis tiap lokasi pengamatan berbeda-beda. Hal

itu disebabkan jenis dan jumlah yang ditemukan pada setiap lokasi berbeda. Sebagai contoh, di lokasi Fakultas Teknik ditemukan jenis yang tidak ada di lokasi lain yaitu *Kaloula baleata*. Adanya jenis yang berbeda ini disebabkan kondisi lokasi yang berbeda dari lokasi pengamatan lainnya dan lokasi ini dekat dengan aliran sungai.

Tabel 5. Parameter lingkungan di lingkungan Universitas Negeri Yogyakarta

Parameter	Diurnal		Nokturnal	
	Awal	Akhir	Awal	Akhir
Kelembaban Udara (%)	92	92	92	92
Suhu Udara (°C)	26,5	26,5	26	25,5

Amfibi selalu berasosiasi dengan air. Nama amfibi berarti hidup dalam dua fase yang berbeda, air dan darat (Abercrombie, 1993). Selain sumber air, faktor yang mempengaruhi kehidupan herpetofauna adalah suhu. Suhu memiliki peranan penting terutama bagi kehidupan amfibi. Suhu tubuh mereka berfluktuasi mengikuti suhu lingkungan. Kisaran suhu (Tabel 4) di lingkungan Universitas Negeri Yogyakarta relatif cukup panas, namun masih dalam kisaran toleransi suhu yang ada. Hal ini sesuai dengan pendapat Goin, *et al.* dalam Ardiansyah (2002), secara umum ordo Anura memiliki batas toleransi suhu pada kisaran 3°C-27°C. Suhu udara berpengaruh secara nyata terhadap perkembangan dan pertumbuhan amfibi, serta seringkali mengatur siklus perilaku dan reproduksi. Amfibi merupakan jenis hewan yang poikiloterm, yaitu tidak dapat mengatur suhu tubuhnya sendiri sehingga suhu tubuhnya sangat tergantung pada kondisi lingkungannya.

Kulit amfibi merupakan salah satu organ respirasi yang penting dan berhubungan dengan kondisi eksternal tubuh, sehingga kelembaban kulit dibutuhkan untuk menjaga fluktuasi tubuh yang akan berpengaruh terhadap proses-proses tubuhnya. Kelembaban udara selalu berbanding terbalik dengan suhu, oleh karena itu dengan semakin meningkatnya suhu maka kelembaban udara akan semakin menurun. Tingkat kelembaban udara pada lokasi pengamatan (Tabel 4) adalah 92%, dengan cukup tingginya tingkat kelembaban yang ada maka hal ini dapat menunjang keberadaan jenis Anura ditemukan di lokasi tersebut. Air merupakan salah satu faktor yang cukup penting dalam keberlangsungan hidup amfibi. Air erat kaitannya dengan proses perkembangbiakan pada amfibi.



Gambar 5. Luka (pembengkakan) yang terdapat di kepala *Bufo melanostictus*

Menurut Izza (2014), kecacatan dapat disebabkan berbagai hal, salah satunya adalah zat pencemar maupun penyakit. Pada saat penelitian dilakukan di Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam ditemukan *Bufo melanostictus* yang mengalami luka (pembengkakan) di bagian kepalanya.

Menurut Kusri (2009), kecacatan dapat terjadi pada semua makhluk hidup. Isu kecacatan pada amfibi baru muncul pada beberapa tahun terakhir. Diperkirakan amfibi mempunyai laju kecacatan normal pada angka sekitar 5%. Kecacatan pada katak mungkin berpengaruh terhadap laju kepunahan katak. Frekuensi kecacatan tertinggi biasanya terdapat pada katak-katak yang baru saja mengalami metamorfosis dari berudu. Penyebab dari kecacatan ini sangat beragam. Kecacatan mungkin tidak mengakibatkan punahnya suatu jenis, namun frekuensi kecacatan yang tinggi akan mengurangi kesehatan dan daya tahan hidup jenis tersebut. Apabila kecacatan disebabkan oleh kontaminan kimiawi maka hal ini menggambarkan adanya resiko bagi kesehatan manusia.

SIMPULAN DAN SARAN

Simpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan maka dapat ditarik beberapa kesimpulan sebagai berikut :

1. Anggota ordo Anura yang terdapat di lingkungan UNY terdapat 4 spesies dari 4 famili yang berbeda dengan rincian sebagai berikut :

No	Famili	Spesies
1.	Bufonidae	<i>Bufo melanostictus</i>
2.	Rhacophoridae	<i>Polypedates leucomystax</i>
3.	Ranidae	<i>Fejervarya cancrivora</i>
4.	Microhylidae	<i>Kaloula baleata</i>

2. Faktor pendukung anggota ordo Anura ditemukan di tempat tersebut adalah suhu dan kelembaban udara.

Saran

Berdasarkan hasil penelitian tersebut, maka perlu dilakukan pengelolaan yang dapat mendukung siklus hidup herpetofauna di lingkungan UNY mengingat keberadaan mereka merupakan bagian dari ekosistem. Aktivitas yang dapat dilakukan antara lain menjaga ketersediaan sumber air sebagai media reproduksi amfibi dan kelestarian vegetasi di lingkungan UNY. Diperolehnya data keberadaan anggota ordo Anura di lingkungan UNY, maka diharapkan dapat dilakukan penelitian berkelanjutan sebagai monitoring mengenai keanekaragaman dan juga penyebarannya di lingkungan UNY.

DAFTAR PUSTAKA

- Addien, Fuad Uli, Tony Febri Qurniawan, dan Rury Eprilurahman. 2009. *Mengungkap Keanekaragaman Serta Potensi Herpetofauna Girimulyo di Tengah Krisis Keanekaragaman Hayati dan Ancaman Kelestarian*. Yogyakarta: Universitas Gadjah Mada. Hal. 2.
- Ardiansyah, D. dan Agus Priyono. 2002. *Keanekaragaman Jenis Amfibi (Ordo Anura) di Resort Selabintana, Taman Nasional Gede Pangrango*. Bogor: Departemen Konservasi Sumberdaya Hutan-IPB. Hal. 5-8.
- Fitriana, I. dan Rury Eprilurahman. 2008. *Keanekaragaman Herpetofauna di Wilayah Universitas Gadjah Mada (UGM) DIY*. Yogyakarta: Makalah Seminar Nasional Herpetologi. Hal. 3.
- Heyer, W. Roneld, Maureen A. Donnelly, Roy W. McDiarmid, Lee-Ann C. Hayek and Mercedes S. Foster. 1994. *Measuring and Monitoring Biological Diversity Standard Methods for Amphibians*. Washington and London: Smithsonian Institution Press. Page. 58.
- Iskandar, Djoko T. 1998. *Amfibi Jawa dan Bali LIPI-Seri Panduan Lapangan*. Bogor: Puslitbang Biologi-LIPI. Hal. 4-91.
- Izza, Q. dan Nia Kurniawan. 2014. *Eksplorasi Jenis-Jenis Amfibi di Kawasan OWA Cangar dan Air Terjun Watu Ondo, Gunung Welirang, Tahurur.Soerjo*. Malang: Universitas Brawijaya. Hal. 106.
- Kampen, P. N. Van. 1923. *The Amphibia of The Indo-Australian Archipelago*. Leiden : E. J. Brill Ltd. Page. 8-249.
- Kurniati, Hellen. 2003. *amfibins & Reptiles of Gunung Halimun National Park West Java, Indonesia (Frogs, Lizards and Snakes)*. Bogor : Research Center for Biology-LIPI. Hal. 8.
- Kusrini, D. M. 2009. *Pedoman Penelitian dan Survei amfibi di Alam*. Bogor : Institut Pertanian Bogor. Hal. 3-8.
- McFarland, William N., F. Harvey Pough, Tom J. Cade, and John B. Heiser. 1985. *Vertebrate Live Second Edition*. New York : Macmillan Publishing Company. Page. 213.

- Odum, Eugene P. 1998. *Dasar-Dasar Ekologi Edisi Ketiga*. Yogyakarta : Gadjah Mada University Press. Hal. 291.
- Pough, F. H., R. M. Andrews, J. E. Cadle, M. L. Crump, A. L. Savitzky, and K. D. Wells. 1998. *Herpetology Second Edition*. New Jersey : Prentice Hall. Page. 3.
- Qurniawan, Tony Febry dan Trijoko. 2012. *Species Composition of Amphibian in Gunung Kelir Stream, Jatimulyo Village, Kulon Progo*. Yogyakarta: Universitas Gadjah Mada. Hal. 56.
- Sari, Indah Novita, Bachrun Nurdjali, dan Erianto. 2013. *Keanekaragaman Jenis Ampibi (Ordo Anura) Dalam Kawasan Hutan Lindung Gunung Ambawang Kecamatan Kubu Kabupaten Kubu Raya*. Pontianak: Universitas Tanjungpura. Hal. 116-117.
- Vitt, Laurie J. and Janalee P. Caldwell. 2009. *Herpetology, An Introductory Biology of amfibins and Reptiles Third Edition*. London : Academic Press. Page. 4-6.
- Zug, George R. 1993. *Herpetology An Introductory Biology of amfibians and Reptiles*. London : Academic Press. Page. 10-358.

PERILAKU ADAPTASI MASYARAKAT DALAM MELESTARIKAN KEANEKARAGAMAN HAYATI DI LAHAN PEKARANGAN BERDASAR KEARIFAN LINGKUNGAN

Suhartini

Program Studi Biologi, FMIPA, Universitas Negeri Yogyakarta

Abstrak

Perilaku adaptasi yang dilakukan warga masyarakat dalam melestarikan keanekaragaman hayati di lahan pekarangan sangat dipengaruhi oleh peranan keanekaragaman hayati tersebut dalam kehidupan masyarakat dan tujuan pengelolaan keanekaragaman hayati oleh warga masyarakat. Maka dari itu penelitian ini bertujuan untuk: 1. Mengetahui peran keanekaragaman hayati bagi kehidupan masyarakat dan 2. Mengkaji perilaku adaptasi masyarakat dalam melestarikan keanekaragaman hayati di lahan pekarangan berdasar kearifan lingkungan.

Penelitian dilakukan di Kabupaten Sleman yang mencakup 4 kawasan dengan 8 Kecamatan yaitu kawasan dekat kota, dekat hutan, dekat budaya dan kawasan yang berbasis pertanian dan kerajinan. Pengambilan sampel dilakukan dengan gugus bertahap yaitu secara bertahap berdasarkan kawasan, kecamatan, desa dan dusun, dimana masing-masing dusun diambil 20 responden. Metode pengumpulan data dilakukan melalui observasi, wawancara menggunakan kuesioner dan wawancara secara mendalam kepada responden dan tokoh masyarakat serta identifikasi keanekaragaman tanaman dan hewan.

Hasil penelitian di empat kawasan Kabupaten Sleman menunjukkan keanekaragaman hayati mempunyai arti penting antara lain: a. Keanekaragaman hayati mampu menopang kehidupan masyarakat sehari-hari, b. Keanekaragaman tanaman menopang kebutuhan sosial, upacara keagamaan, upacara adat dan budaya, dan upacara siklus kehidupan (kelahiran, perkawinan dan kematian), c. Keanekaragaman hayati dibutuhkan dalam pembangunan. Perilaku adaptasi masyarakat dalam melestarian keanekaragaman hayati di lahan pekarangan dapat terjadi karena adanya keunggulan-keunggulan kearifan lingkungan masyarakat dalam mengelola keanekaragaman hayati di lahan pekarangan menuju ke berkelanjutan yang dapat dikelompokkan menjadi tiga yaitu : 1. adanya kekayaan dan keberlanjutan nilai-nilai lokal atau setempat, 2. adanya nilai pendidikan dan ilmu pengetahuan yang terus berkembang dan 3. adanya kemampuan adaptasi perubahan yang terjadi sehingga terwujud keseimbangan antara perubahan dan keberlanjutan.

Kata Kunci: Perilaku adaptasi masyarakat, keanekaragaman hayati, kearifan lingkungan.

PENDAHULUAN

Keanekaragaman hayati di lahan pekarangan merupakan bagian dari keanekaragaman hayati yang dimiliki bangsa kita dan mempunyai peran utama bagi kehidupan masyarakat dalam menghasilkan bahan pangan tambahan, penghasil karbohidrat, vitamin, protein, mineral, lemak, serat kasar dari buah-buahan dan sayuran yang dipakai untuk mencukupi kebutuhan hidup sehari-hari. Pekarangan yang berada di sekitar rumah tersebut di samping memberi bahan pangan tambahan juga menyediakan bahan untuk bumbu dapur atau rempah-rempah dan bahan ramuan obat tradisional, kayu-kayuan baik untuk bahan kayu bakar maupun untuk kayu bahan bangunan, bambu untuk pagar dan bangunan, penghasil bahan dasar untuk kerajinan rumah tangga, tanaman untuk keindahan serta protein dan lemak dari hewan peliharaan (Danoesastro, 1977). Untuk meningkatkan pendapatan masyarakat dan pemenuhan kebutuhan gizi masyarakat perlu memperhatikan arti penting lahan pekarangan yang mampu memberikan sumbangan pendapatan masyarakat antara 25—61% (Soenoeadi, 1983); 4,47% (Yulida, 2012) dan 6,81%-15% (Saptana, 2014).

Kabupaten Sleman merupakan salah satu kabupaten di Daerah Istimewa Yogyakarta yang mempunyai luas pekarangan 19.423 ha (33,79 %) dari luas lahan yang ada di Kabupaten Sleman yaitu 57.482 ha (BPS, 2009). Dari luas pekarangan yang ada terdapat keanekaragaman hayati di lahan pekarangan yang diusahakan, di mana masing-masing tanaman dan hewan mempunyai manfaat tersendiri bagi masyarakat baik ditinjau dari nilai sosial, ekonomi, budaya, kesehatan maupun estetika.

Disadari atau tidak kehidupan manusia sangat tergantung pada tanaman dan hewan yang ada di lingkungannya, sehingga manusia memilih jenis-jenis mana yang bisa dimakan dan bisa memberikan nilai ekonomis. Jenis-jenis yang dimakan dan dibudidayakan juga sangat tergantung pada jenis-jenis yang bisa tumbuh di lingkungan itu. Eratnya kehidupan manusia dan lingkungan dapat memberikan kepada masyarakat setempat pengetahuan mengenai seluk beluk manfaat, cara budidaya dan cara pengolahan jenis-jenis tanaman tertentu. Pengetahuan diperoleh dari pengalaman mereka sehari-hari yang diturunkan dari nenek moyangnya, selanjutnya nanti diturunkan kepada anak cucunya melalui komunikasi lisan, hal ini sering diketahui sebagai kearifan lingkungan yang dimiliki oleh masyarakat setempat.

Adanya teknik-teknik modern dalam budidaya sering menyingkirkan kearifan lingkungan yang dimiliki oleh masyarakat yang sudah mengakar di dalam masyarakat, pada hal masyarakat setempat di samping mampu hidup berdampingan dengan alam tanpa merusaknya, juga mampu mengelola alam untuk melindungi keanekaragaman hayati, karena masyarakat pada umumnya sangat mengenal dengan baik lingkungan di sekitarnya.

Kearifan lingkungan masyarakat dalam mengkonservasi keanekaragaman hayati tercermin dari alternatif pemilihan keanekaragaman tanaman dan hewan yang telah dibudidayakan selama ini. Adanya introduksi tanaman, serta melihat banyaknya tantangan yang harus dihadapi masyarakat seperti berkembangnya ilmu pengetahuan dan teknologi, pengaruh lintas budaya, globalisasi di mana semua informasi dapat diperoleh dengan mudah dan cepat, permintaan pasar, kebijakan pemerintah, keterbatasan luas lahan pekarangan, dan pertumbuhan wilayah, maka perlu diteliti bagaimana perilaku adaptasi yang dilakukan warga masyarakat dalam melestarikan keanekaragaman hayati di lahan pekarangan berdasar kearifan lingkungan. Maka dari itu penelitian ini bertujuan untuk: 1. mengetahui peran keanekaragaman hayati bagi kehidupan masyarakat dan 2. mengkaji perilaku adaptasi masyarakat dalam melestarikan keanekaragaman hayati di lahan pekarangan berdasarkan kearifan lingkungan.

METODE PENELITIAN

Penelitian dilakukan di Kabupaten Sleman yang mencakup 4 kawasan dengan 8 Kecamatan yaitu kawasan dekat kota, dekat hutan, dekat budaya dan kawasan yang berbasis pertanian dan kerajinan. Pengambilan sampel dilakukan dengan gugus bertahap yaitu secara bertahap berdasarkan kawasan, kecamatan, desa dan dusun, dimana masing-masing dusun diambil 20 responden (Singarimbun dan Effendi, 1989). Metode pengumpulan data dilakukan melalui observasi, wawancara menggunakan kuesioner dan wawancara secara mendalam kepada responden dan tokoh masyarakat serta identifikasi keanekaragaman tanaman dan hewan.

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan hasil penelitian di empat kawasan Kabupaten Sleman maka keanekaragaman hayati mempunyai arti penting bagi masyarakat antara lain:

- a. Keanekaragaman hayati mampu menopang kehidupan masyarakat sehari-hari
-

- 1) Keanekaragaman hayati (tanaman dan hewan) menjadi sumber pendapatan utama bagi masyarakat di kawasan dekat hutan, yaitu dengan tanaman cabe rawit, cabe merah dan ternak sapi perah di Dusun Turgo, Kecamatan Pakem serta tanaman salak pondoh, cabe rawit, cabe merah dan ternak kambing di Dusun Manggungsari, Kecamatan Turi. Di samping itu tanaman sebagai warung hidup dan apotek hidup mempunyai peranan penting di kawasan dekat hutan karena jauh dari sarana perdagangan dan kesehatan.
- 2) Tanaman menjadi bahan baku utama dalam usaha kerajinan bambu yang merupakan mata pencaharian sebagian masyarakat secara turun temurun di kawasan berbasis pertanian dan kerajinan yaitu di Dusun Brajan, Kecamatan Minggir. Demikian juga hewan menjadi bahan baku utama (ayam) dalam usaha kuliner ayam goreng oleh sebagian masyarakat secara turun temurun di kawasan dekat budaya yaitu di Dusun Bendan, Kecamatan Kalasan.
- 3) Keanekaragaman hewan (burung kuntul) dan kearifan lingkungan masyarakat dalam mengelolanya menjadikan daya tarik tersendiri bagi masyarakat sehingga Dusun Ketingan, Kecamatan Mlati menjadi obyek wisata fauna dan memberikan tambahan pendapatan bagi masyarakat
- 4) Setiap tanaman dan hewan yang dibudidayakan masyarakat di empat kawasan mempunyai nilai penting yang besarnya berbeda-beda antar kawasan namun mempunyai manfaat yang sama sebagai tanaman pangan, buah-buahan, sayuran, obat, hias, perkebunan/industri, tanaman untuk bahan bangunan, kerajinan, pakan ternak, kayu dan untuk kebutuhan budaya.

Hal ini menunjukkan bahwa keanekaragaman hayati menopang kehidupan masyarakat baik dalam kebutuhan hidup sehari-hari, untuk alternatif kesehatan, kenyamanan dan keindahan, mencukupi kebutuhan papan seperti tanaman untuk bangunan ataupun kebutuhan insidental untuk memenuhi kebutuhan dalam jumlah besar yang dapat diperoleh dengan menjual hewan yang dimilikinya. Dalam aspek ekonomi dapat meningkatkan pemenuhan kebutuhan masyarakat, sedangkan dari aspek ekologi dapat memberikan kenyamanan lingkungan sehingga bagi masyarakat yang menggantungkan hidupnya pada lahan pekarangan untuk sumber kehidupan dapat menjadikan dorongan dan motivasi yang lebih besar.

- b. Keanekaragaman tanaman menopang kebutuhan sosial, upacara keagamaan, upacara adat dan budaya, dan upacara siklus kehidupan (kelahiran, perkawinan dan kematian).
- 1) Keanekaragaman tanaman dan hewan yang dibudidayakan masyarakat Kabupaten Sleman banyak yang berfungsi untuk kepentingan sosial seperti buah-buahan yang biasa dibagikan kepada tetangga terdekat atau saudara. Tanaman untuk kepentingan budaya biasa dipersilahkan mengambil tanpa harus membayar seperti tebu wulung, janur (daun muda pada kelapa). Hal ini penting mengingat masyarakat Jawa tidak dapat dipisahkan dengan kegiatan atau upacara-upacara keagamaan, adat dan budaya serta siklus kehidupan.
- 2) Upacara budaya seperti merti bumi, sekarang ini dilakukan banyak desa yang intinya mengucap syukur atas berkah dan keselamatan yang telah diterima oleh masyarakat dari Tuhan dengan nama yang berbeda-beda. Semua kegiatan tersebut memanfaatkan keanekaragaman tanaman dan hewan.
- c) Keanekaragaman hayati dibutuhkan dalam pembangunan.

Pemerintah baik melalui program pemerintah pusat maupun daerah setempat senantiasa berusaha memberikan motivasi kepada masyarakat supaya dapat memanfaatkan lahan pekarangan secara optimal dengan berbagai program antara lain M-KRPL, UPGK, P2KP dan GPOP. yang semuanya menggerakkan masyarakat untuk menanam lahan pekarangan dengan berbagai tanaman yang bermanfaat bagi keluarga. Program-program tersebut jelas mempengaruhi keanekaragaman tanaman di lahan pekarangan. Tanaman-tanaman tersebut menghasilkan produk yang dibutuhkan oleh warga masyarakat untuk mencukupi kebutuhan gizi yang berpengaruh pada sumberdaya manusia sebagai salah satu unsur penting dalam pembangunan.

Masyarakat senantiasa berupaya untuk dapat meningkatkan kuantitas dan kualitas produksi tanaman maupun hewan yang dibudidayakan baik melalui penyuluhan yang diberikan oleh Petugas Penyuluh Lapangan, ataupun melalui mencoba-coba sendiri berdasarkan pengetahuan yang diperoleh melalui televisi, surat kabar, pengalaman orang lain yang akhirnya dapat memberikan kuantitas atau kualitas lebih baik. Pada budidaya salak masyarakat dapat membuktikan bahwa pemakaian pupuk organik memberikan produksi salak yang lebih berkualitas daripada penggunaan pupuk anorganik, yaitu produksi salak yang dihasilkan mampu bertahan lebih lama (tidak cepat busuk). Hal ini dapat disebabkan karena pupuk anorganik mengandung zat kimia yang dapat berpengaruh pada produksi buah salak.

Melalui pengalaman ini masyarakat telah dapat mengembangkan cara pembuatan pupuk organik dengan memanfaatkan kotoran ternak dari ternaknya sendiri, atau ternak lain di desanya menjadi kompos untuk digunakan sebagai pupuk dalam budidaya salak pondoh.

Perilaku adaptasi masyarakat dalam melestarikan keanekaragaman hayati juga dipengaruhi oleh kehidupan sosial ekonomi, teknologi yang terjadi di sekitar lingkungan, perkembangan penduduk, pariwisata yang akan dapat menimbulkan gesekan nilai-nilai modern dengan nilai-nilai yang sudah ada di masyarakat. Faktor-faktor tersebut akan mempengaruhi cara berpikir masyarakat, bersikap, maupun bertindak sehingga dapat menimbulkan perubahan dalam bentuk penyesuaian atau adaptasi terhadap perubahan-perubahan yang terjadi.

Kehidupan sosial ekonomi erat kaitannya dengan tuntutan hidup, baik kehidupan sosial dengan lingkungan masyarakat, pendidikan dan kesehatan. Pendidikan telah menjadi prioritas semua warga masyarakat sehingga yang dahulu orang tua baru Sekolah Dasar, sekarang berusaha dapat menyekolahkan anaknya minimal sampai Sekolah Menengah/Kejuruan. Hal ini tentu membutuhkan biaya sehingga adanya pendapatan yang dapat diperoleh dari lahan pekarangan dapat untuk menopang kebutuhan pendidikan.

Perkembangan penduduk. Semakin meningkat penduduk semakin banyak membutuhkan pemukiman yang membutuhkan lahan, sehingga dapat berpengaruh pada luas lahan pekarangan yang dimiliki. Hal ini seperti terjadi di Kabupaten Sleman dengan menurunnya lahan sawah dan meningkatnya lahan pekarangan. Namun demikian, lahan pekarangan yang dimiliki semakin ke arah kota semakin sempit kepemilikannya karena jumlah penduduk semakin padat. Luas lahan pekarangan akan berpengaruh pada jenis tanaman dan hewan yang dibudidayakan dan cara membudidayakannya.

Pariwisata berkaitan erat dengan desa-desa penelitian yang ditetapkan sebagai desa wisata karena mempunyai produksi unggulan seperti di Kecamatan Turi banyak ditemukan desa sebagai agrowisata salak, Dusun Turgo dengan keindahan pemandangan, Dusun Brajan sebagai desa wisata kerajinan bambu, Dusun Ketingan sebagai desa wisata fauna, Dusun Bendan sebagai pusat kuliner ayam goreng, Kecamatan Godean sebagai sentra belut dan genteng, Prambanan dan Kalasan sebagai wisata kebudayaan.. Ditetapkannya sebagai desa wisata akan menyebabkan banyak wisatawan baik lokal

maupun manca negara yang berkunjung. Wisatawan yang datang kemungkinan mempunyai budaya yang berbeda dengan budaya masyarakat setempat sehingga mempengaruhi masyarakat untuk dapat beradaptasi. Hal ini dapat berpengaruh pada kegiatan meningkatnya produksi kerajinan dengan berbagai kreatifitas yang dapat mempunyai nilai jual lebih tinggi. Demikian juga adanya wisatawan akan berpengaruh pada perkembangan sosial ekonomi dan budaya masyarakat setempat.

Perkembangan teknologi di sekitar akan mempengaruhi masyarakat menyesuaikan produk yang dimiliki dengan keinginan pasar, sehingga melakukan adaptasi menyesuaikan dengan perkembangan teknologi untuk mengembangkan produk yang dihasilkan. Di samping itu, dengan majunya sistem komunikasi dapat membuka kesempatan lebih besar dan lebih luas dalam meningkatkan usaha, misalnya dengan penjualan sistem on line. Namun demikian, kemajuan teknologi yang serba cepat dan mudah diakses dapat berpengaruh pada masuknya pengaruh luar terhadap masyarakat setempat..

Perilaku adaptasi masyarakat dalam mengkonservasi keanekaragaman hayati juga dipengaruhi oleh sumberdaya atau potensi yang ada dalam masyarakat tersebut untuk menghadapi perubahan yang terjadi, antara lain modal fisik, modal lingkungan, modal manusia, modal sosial dan modal teknologi yang ada di masyarakat setempat.

Modal fisik menyangkut infrastruktur atau sarana prasarana yang ada di desa setempat termasuk sarana transportasi, sarana jalan, keberadaan pasar, sarana kesehatan dan pendidikan. Modal lingkungan berupa potensi yang ada di desa yang bersangkutan baik yang sudah dikelola maupun yang belum dikelola dan mempunyai nilai ekonomi yang tinggi, hal seperti ini akan mempunyai nilai yang tinggi dalam upaya pelestarian alam dan kenyamanan hidup. Desa-desa yang berpotensi di lokasi penelitian telah ditetapkan sebagai desa wisata.

Modal teknologi menyangkut teknologi yang ada untuk mengembangkan budidaya maupun produksi yang ada di desa setempat. Modal teknologi dapat untuk meningkatkan produksi menyesuaikan dengan keinginan pasar misalnya dalam produksi kerajinan berbahan dasar bambu dan mendong di Desa Sendangagung, Kecamatan Mingir. Modal manusia berkaitan erat dengan teknologi karena diperlukan sumberdaya manusia yang berkualitas dan dapat menguasai teknologi yang bermanfaat bagi masyarakat.

Modal sosial berupa norma atau aturan yang mengikat warga masyarakat yang

berada di dalamnya, dan mengatur pola perilaku warga, juga unsur kepercayaan dan jaringan antar warga masyarakat. Dalam modal sosial prasyarat yang sangat penting adalah kepercayaan, kejujuran, dan timbal balik. Dalam kehidupan sosial masyarakat dipengaruhi oleh adanya modal sosial dalam masyarakat yang bersangkutan. Modal sosial menurut Lesser dalam Rahmat (2009) sangat penting bagi komunitas karena 1) memberikan kemudahan dalam mengakses informasi bagi anggota komunitas, 2) menjadi *power sharing* atau pembagian kekuasaan dalam komunitas, 3) mengembangkan solidaritas, 4) memungkinkan mobilisasi sumberdaya komunitas, 5) memungkinkan pencapaian bersama dan 6) membentuk perilaku kebersamaan dan berorganisasi komunitas. Maka dari itu modal sosial merupakan suatu komitmen dari setiap individu untuk saling terbuka, saling percaya, memberikan kewenangan bagi setiap orang yang dipilihnya untuk berperperan sesuai dengan tanggungjawabnya. Melalui modal sosial dapat menghasilkan rasa kebersamaan, kesetiakawanan, dan sekaligus tanggungjawab akan kemajuan bersama. Di samping itu, kegiatan sosial berkaitan dengan fungsi pemenuhan kesetiakawanan sosial atau integrasi sosial (Purba, 2002).

Manusia sebagai makhluk sosial tidak mungkin dapat hidup sendiri, manusia menjalin hubungan dengan sesamanya dengan bermasyarakat, di mana masyarakat adalah orang-orang yang hidup bersama dan menghasilkan kebudayaan. Salah satu bentuk kebudayaan adalah adat istiadat setempat yang diikuti oleh semua masyarakat (Soemardjan, 1993). Faktor sosial dapat menumbuhkan kearifan lingkungan masyarakat dalam menghadapi kenyataan hidup di lingkungan tempat tinggalnya. Modal sosial yang berupa norma atau aturan yang mengikat warga masyarakat di 4 kawasan sangat mendukung untuk tetap menjaga kebersamaan antara warga masyarakat baik dalam kegiatan budaya maupun adat yang senantiasa terjaga dan tetap dilestarikan.

Menurut Adi (2008) dalam Muhtar, dkk (2011) disebutkan bahwa aset dalam masyarakat atau komunitas seperti modal fisik, modal lingkungan, modal teknologi, modal manusia dan modal sosial akan sangat mempengaruhi perubahan yang terjadi dalam masyarakat, maka dari itu modal-modal yang sudah ada di 4 kawasan tersebut berperan dalam mempertahankan kelestarian keanekaragaman hayati di lahan pekarangan Kabupaten Sleman.

Di samping alasan-alasan tersebut di atas, pelestarian keanekaragaman hayati di

lahan pekarangan dapat terjadi karena adanya keunggulan-keunggulan kearifan lingkungan masyarakat dalam mengelola keanekaragaman hayati di lahan pekarangan menuju berkelanjutan yang dapat dikelompokkan menjadi tiga yaitu :

1. adanya kekayaan dan keberlanjutan nilai-nilai lokal atau setempat,
2. adanya nilai pendidikan dan ilmu pengetahuan yang terus berkembang dan
3. adanya kemampuan adaptasi perubahan yang terjadi sehingga terwujud keseimbangan antara perubahan dan keberlanjutan.

Keunggulan-keunggulan tersebut dapat dilihat pada masing-masing kawasan sebagai berikut :

1. Adanya kekayaan dan keberlanjutan nilai-nilai lokal atau setempat, antara lain:
 - a. Keberlanjutan dalam sistem bercocok tanam di dekat kawasan hutan dengan teras bangku dan nyabuk gunung, serta keberlanjutan dalam sistem budidaya di lahan pekarangan dengan sistem agroforestri khususnya agrosilvopastura di Dusun Turgo, Desa Purwobinangun, Kecamatan Pakem..
 - b. Keberlanjutan dalam matapencaharian utama sebagai sumber pendapatan di keempat kawasan yaitu dalam usaha kerajinan *mendong* dan bambu di Kecamatan Minggir, usaha pembuatan industri genteng di Kecamatan Godean, usaha kuliner ayam goreng di Kecamatan Kalasan yang semuanya itu dilakukan secara turun temurun dari nenek moyang sampai sekarang
 - c. Keberlanjutan dalam menjaga keberadaan fauna dan berupaya memberi rasa nyaman pada fauna yang terjadi di kawasan dekat perkotaan yaitu di Dusun Ketingan, Desa Tirtoadi, Kecamatan Mlati
 2. Adanya nilai pendidikan dan ilmu pengetahuan yang terus berkembang dan meningkatkan kemampuan masyarakat dalam kearifan lingkungannya,
 - a. Sebagai sumber belajar dan ilmu pengetahuan sejarah dan arkeologi di kawasan budaya
 - b. Sebagai sumber belajar dan ilmu pengetahuan yang diterapkan untuk mendapatkan produksi lebih bagus, misalnya dalam kerajinan *mendong* dan bambu serta industri genteng
 - c. Sebagai sumber belajar dan ilmu pengetahuan dalam keanekaragaman hayati fauna khususnya fauna burung kuntul di Ketingan, Mlati
 - d. Sebagai sumber belajar dan ilmu pengetahuan dalam adaptasi lingkungan keanekaragaman hayati di suatu tempat, misalnya penanaman salak di Turi dan
-

tanaman jabon di Purwobinangun, Pakem dan pengembangan teknologi budidayanya

3. Adanya kemampuan adaptasi perubahan yang terjadi sehingga terwujud keseimbangan antara perubahan dan keberlanjutan
 - a. Perubahan produksi sesuai perkembangan zaman atau permintaan pasar menjadikan keberlanjutan dalam kerajinan bambu dan mendong serta industri genteng, misalnya perubahan wujud produksi dari besek, *tepas*, *tenggok*, tikar, ke arah produk yang disukai oleh banyak konsumen seperti kebutuhan hiasan rumah misalnya tempat lampu, nampan, juga asesori yang diperlukan dalam penampilan, seperti tas dan dompet. Demikian juga dengan usaha industri genteng yang terjadi perubahan permintaan dari genteng biasa ke arah genteng press. Hal ini yang terus menuntut pengusaha genteng terus berkembang dan berkelanjutan dalam memajukan usahanya menyesuaikan permintaan masyarakat dan perkembangan zaman.
 - b. Perubahan tanaman yang diusahakan ke arah nilai ekonomis, kepuasan dan kenyamanan dengan dilengkapi sarana prasarana yang mendukung keberlanjutan perubahan-perubahan tersebut. Misalnya dengan berkembangnya tanaman salak di Turi, Kabupaten Sleman maka dikembangkan agrowisata salak yaitu dengan dibentuknya desa wisata yang dilengkapi dengan sarana prasarananya supaya menarik seperti atraksi budaya, dan museum. Sementara itu, di daerah dekat perkotaan juga terjadi perubahan kecenderungan jenis tanaman yang diusahakan yaitu ke arah tanaman yang memberikan kepuasan ataupun kenyamanan pada pemiliknya sehingga banyak ditanam tanaman hias
 - c. Datangnya burung kuntul membawa perubahan di Dusun Ketingan menjadi tempat wisata atau desa wisata fauna yang dijaga keberlanjutannya oleh masyarakat dan dilengkapi dengan dikembangkannya atraksi budaya yang lama tidak dipertunjukkan sehingga mampu menggali kekayaan budaya lokal dimunculkan kembali
 - d. Adanya taman dengan keanekaragaman tanaman yang ditanam di area Candi Prambanan sebagai suatu bentuk perubahan sarana prasarana pendukung untuk menarik dan mempertahankan keberadaan cagar budaya yang berupa bangunan candi.
-

Kearifan lingkungan dengan berbagai keunggulan dan perannya akan memberikan arah kehidupan di mana secara budaya orang harus berusaha menjaga keteraturan, keseimbangan, keselarasan, keselamatan, dan kelestarian, ketenteraman dunia atau alam semesta, seperti tersirat dalam ungkapan tradisional Jawa “Memayu hayuning bawana”. Lingkungan dapat berupa lingkungan fisik maupun nonfisik. Konsep ini menjadi inti pandangan kosmologi dalam kehidupan masyarakat Jawa. Teratur dimaksudkan bahwa dalam berkehidupan masyarakat harus ada aturan baik secara tertulis maupun tidak tertulis yang disepakati bersama dan berfungsi memberikan arah atau pedoman, termasuk dalam berhubungan dengan alam di mana mereka tinggal. Seimbang dan selaras dalam hal ini mencakup hubungan manusia dengan Tuhan, hubungan manusia dengan alam dan hubungan manusia dengan sesamanya. Berdasarkan kenyataan dan pengalaman masyarakat di empat kawasan tersebut, maka dalam hal pelestarian keanekaragaman hayati di lahan pekarangan akan beradaptasi dengan perubahan yang ada dan permintaan pasar. Adanya kemudahan dalam mendapatkan sayuran karena banyak pedagang sayur keliling di tengah-tengah pemukiman mempengaruhi masyarakat kurang bergairah menanam sayuran di lahan pekarangan karena setiap hari mudah mendapatkan dan dapat memesan sebelumnya. Namun demikian, tanaman yang berkaitan dengan kegiatan adat dan budaya yang menyangkut siklus kehidupan khususnya pernikahan seperti tebu wulung di empat kawasan semua masih mempertahankan keberadaan tanaman tersebut. Di samping itu untuk tanaman yang berfungsi dalam kesehatan baik untuk pertolongan pertama maupun pencegahan penyakit, masyarakat di empat kawasan tetap membudidayakannya seperti tanaman dadap serep dan mengkudu. Hasil penelitian menunjukkan telah terjadi pergeseran jenis tanaman dan hewan yang dibudidayakan masyarakat ke arah tanaman dan hewan yang bernilai ekonomis, memberi keindahan, kepuasan, dan kenyamanan.

KESIMPULAN DAN SARAN

Hasil penelitian dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Keanekaragaman hayati mempunyai arti penting antara lain:
 - a. Keanekaragaman hayati mampu menopang kehidupan masyarakat sehari-hari,
 - b. Keanekaragaman tanaman menopang kebutuhan sosial, upacara keagamaan, upacara adat dan budaya, dan upacara siklus kehidupan (kelahiran, perkawinan dan kematian),
-

- c. Keanekaragaman hayati dibutuhkan dalam pembangunan.
2. Perilaku adaptasi masyarakat dalam melestarian keanekaragaman hayati di lahan pekarangan dapat terjadi karena adanya keunggulan-keunggulan kearifan lingkungan masyarakat dalam mengelola keanekaragaman hayati di lahan pekarangan menuju berkelanjutan yang dapat dikelompokkan menjadi tiga yaitu:
 1. Adanya kekayaan dan keberlanjutan nilai-nilai lokal atau setempat,
 2. Adanya nilai pendidikan dan ilmu pengetahuan yang terus berkembang dan
 3. Adanya kemampuan adaptasi perubahan yang terjadi sehingga terwujud keseimbangan antara perubahan dan keberlanjutan.

DAFTAR PUSTAKA

- Badan Pusat Statistik DIY, 2009, *Indikator Pertanian Propinsi DIY Tahun 2004-2008*, Yogyakarta: BPS Daerah Istimewa Yogyakarta.
- Danoesastro, 1977. *Peranan Pekarangan Dalam Usaha Meningkatkan Ketahanan Nasional Rakyat Pedesaan*. Pidato Dies Natalis Ke XXVIII Yogyakarta: Universitas Gadjah Mada.
- Muhtar dkk., 2011, “Masyarakat Desa Tertinggal : Kebutuhan, Permasalahan, Aset, dan Konsep Model Pemberdayaannya (Studi Di Desa Jambu, Engkangin, Sendangmulyo dan Mlatirejo)”, *SOSIOKONSEPSIA (Jurnal Penelitian dan Pengembangan Kesejahteraan Sosial)* Volume 16, Nomor 01, Januari-April 2011, hal. 17-34.
- Purba, J. (2002), *Bunga Rampai Kearifan Lingkungan*, Jakarta: Kementerian Lingkungan Hidup Republik Indonesia.
- Rahmat, P.S., 2009. *Memupuk Institusi Lokal dan Modul Sosial dalam Kehidupan Bermasyarakat*, Kuningan: Universitas Kuningan.
- Saptana, 2014, *Potensi Ekonomi Untuk Keberlanjutan KRPL*, Pusat Panganeka-ragaman Konsumsi dan Keamanan Pangan, Jakarta: Badan Ketahanan Pangan, Kementerian Pertanian.
- Soemardjan, S., 1993, *Masyarakat dan Kebudayaan*, Jakarta: Djambatan.
- Singarimbun, M. dan Effendi, S. 2008, *Metode Penelitian Survei*, cetakan ke 19, Jakarta: LP3ES.
- Soenoeadji, 1981, *Laporan Survey Pekarangan Kecamatan Nanggulan*, Yogyakarta: Fakultas Pertanian, UGM.

Yulida, Roza, 2012, “Kontribusi Usaha Lahan Pekarangan Terhadap Ekonomi Rumah Tangga Petani di Kecamatan Kerinci, Kabupaten Pelalawan”, *Indonesian Journal of Agricultural Economics (IJAE)* Volme 3, Nomor 2, Desember 2012, hal. 135-154.

**PENURUNAN EKSPRESI FAKTOR PRO IMFLAMASI IL 6 PASCA
PEMBERIAN SEDUHAN JAHE (*Zingiber officinale*, Roscoe.)**

Nurul Mahmudati
Fisiologi Manusia Prodi Biologi UMM
Email: Nurulmahmutai1@gmail.com

Abstrak

Penyakit kardiovaskuler masih menempati urutan tertinggi sebagai penyebab kematian di Indonesia dan di dunia, oleh karena itu mempelajari bahan minuman/pangan berpotensi menurunkan risiko aterosklerosis menjadi hal yang penting. Tujuan umum penelitian ini adalah mengungkap mekanisme kerja jahe sebagai anti aterosklerosis untuk menurunkan risiko penyakit kardiovaskuler sedang tujuan khusus adalah membuktikan penurunan ekspresi interleukin (IL) 6 pasca pemberian seduhan jahe

Penelitian ini adalah penelitian eksperimental. Rancangan Penelitian yang digunakan adalah *The Posttest Only Control Group Design*. Unit eksperimen pada penelitian ini adalah tikus putih usia lebih kurang 3 bulan, yang terdiri dari 5 Kelompok: A. Kelompok Kontrol B. Kelompok pemberian Jahe 1g, C. Kelompok Pemberian Jahe 3g D. Kelompok pemberian seduhan Jahe 3g +daun salam dan E. Kelompok Pemberian seduhan jahe 5g. Masing masing kelompok dengan 6 kali ulangan jadi jumlah total sampel adalah 30 ekor. Pemeriksaan ekspresi IL 6 dilakukan dengan metode ELISA. Data di analisa dengan uji ANOVA dan LSD

Berdasarkan hasil analisa data menunjukkan bahwa ada pengaruh pemberian seduhan jahe terhadap penurunan ekspresi IL6 pada serum darah dibandingkan dengan kontrol dengan nilai rerata sebagai berikut kelompok A. Kontrol : 1698,00 (pg/mL) B. Jahe 1g : 1267, 17 (pg/mL), C. Jahe 3g : 1268,83 (pg/mL) D. Jahe 3g plus : 1275,50 (pg/mL) dan E. Jahe 5g : 1276,33(pg/mL), Berdasarkan hasil uji beda LSD menunjukkan bahwa jahe 1g, 3g, dan 3g + daun salam dan jahe 5 g berpotensi menurunkan ekspresi IL 6 dengan perbedaan yang tidak bermakna antar perlakuan pada α 0,05.

Kesimpulan dari penelitian ini adalah seduhan jahe dapat menurunkan ekspresi IL 6 yang merupakan indikasi terjadi penurunan ekspresi faktor-faktor risiko aterosklerosis

Kata kunci: seduhan jahe jahe, IL 6, aterosklerosis, kardivaskuler.

PENDAHULUAN

Indonesia memiliki kekayaan alam yang berupa keanekaragaman tumbuhan yang berpotensi untuk dijadikan sebagai bahan minuman atau bahan pangan fungsional yang bermanfaat untuk kesehatan. Banyak tanaman yang tumbuh dengan

subur dan mudah ditemukan ternyata bisa sebagai anti aterosklerosis yang bermanfaat untuk menurunkan risiko penyakit kardiovaskuler (Salvamani, 2014). Beberapa tanaman tersebut antara lain jahe (*Zingiber officinale sp*), kembang sepatu (*Hibiscus rosasinensis*), pegagan (*Centella asiatica*), daun salam (*Zyzygium polyanthum*) dan yang lain. Konsumsi makanan yang tidak sehat seperti kaya tepung, gula, lemak jenuh dan trans, serta konsumsi sedikit serat dan antioksidan, dapat meningkatkan produksi faktor proinflamasi yang berperan penting dalam menginduksi aterosklerosis. Peningkatan konsumsi buah, sayur, dan makanan berserat yang mengandung bermacam macam antioksidan dapat membantu melawan oksidan pasca konsumsi makanan. Meditteranian diet yang meliputi biji-bijian, buah sayur, dan olive oil menunjukkan penurunan *C-reactive protein*, faktor inflamasi (pro inflamasi), kolesterol dan trigliserid dan menurunkan sindroma metabolik (Esposito, 2006).

Tubuh manusia dalam kondisi normal akan selalu melakukan aktivitas yang ditunjang oleh sumber energi yang berasal dari karbohidrat dan lemak melalui oksidasi biologi yang umumnya akan disertai terbentuknya ROS (*reactive oxygen species*), dan faktor-faktor proinflamasi. Esposito (2006) menyatakan intake glukosa secara oral maupun melalui intravena pada manusia normal dan pada diabetes tipe 2 terjadi peningkatan ROS dan faktor inflamasi sitokin, yakni *tumor necrosis factor* (TNF- α), IL (interleukin) 6, dan IL 18 yang dapat berperan sebagai faktor risiko aterosklerosis (Libby, 2011). Lebih lanjut Esposito (2006) menyatakan bahwa proses oksidasi diperkirakan menjadi faktor penting untuk perkembangan aterosklerosis dan oleh karenanya antioksidan dan vitamin bisa menjadi alternatif untuk mencegah penyakit kardiovaskuler, oleh karena itu mempelajari tentang bahan pangan fungsional khususnya yang berpotensi menurunkan risiko penyakit kardiovaskuler menjadi hal yang penting.

Jahe telah digunakan secara luas di seluruh dunia sebagai bumbu, sebagai bahan dalam pengobatan cina, banyak literatur yang mengungkap peran jahe sebagai bumbu maupun sebagai tanaman yang berkasiat obat (*medicinal plant*). Distribusi secara luas di negara beriklim tropik seperti Australia, Brasil, Cina, India, Afrika Barat dan US (Singh, 2010). Berbagai macam tipe ditemukan di India seperti Cochin ginger (abu abu), Calicut ginger (coklat kemerahan), dan Kolkata ginger (Imtiyas, 2013). Jahe

diketahui dapat menurunkan kadar LDL kolesterol, trigliserida dan asam lemak bebas (Nammi, 2008). Jahe yang dikonsumsi dengan cara cukup diiris dan diseduh saja ternyata juga berpotensi untuk menurunkan kadar glukosa darah memperbaiki profil lipid (Mahmudati, 2014), namun demikian mekanisme kerja jahe sebagai anti aterosklerosis masih sedikit di informasikan.

Aterosklerosis dapat terjadi melalui mekanisme kerja yang cukup kompleks salah satunya melalui ekspresi faktor inflamasi, oleh karena itu mempelajari mekanisme kerja jahe sebagai anti aterosklerosis masih perlu terus dilakukan. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui efek seduhan jahe terhadap ekspresi IL 6 tikus putih (*Rattus norvegicus*).

METODE PENELITIAN

Bahan Penelitian

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini antara lain adalah jahe gajah (*Zingiber officinale Roscoe*) yang dibeli di super market Superindo Malang Indonesia, hewan coba tikus putih (*Rattus norvegicus*) strain Wistar yang berasal dari laboratorium biokimia MIPA universitas Brawijaya Malang. Pakan yang digunakan adalah pakan standar untuk hewan coba dan air minum yang diberikan adalah air minum dari produksi Cleo. Peralatan sonde dibeli dari laboratorium PAU pangan dan Gizi UGM. Elisa Kit IL 6 produksi *E lab science* US. Bahan pembiusan yang digunakan untuk pembedahan adalah ketamin.

Penelitian ini adalah penelitian eksperimental, dengan unit eksperimen adalah tikus putih *Rattus nurvegicus* strain Wistar, umur 3 bulan, jenis kelamin jantan, dan dalam kondisi sehat. Tikus putih dibagi menjadi 5 Kelompok : A. Kelompok Kontrol B. Kelompok seduhan jahe 1 g/KgBB, C. Kelompok seduhan jahe 3 g/KgBB D. Kelompok seduhan jahe 3 g/Kg BB + daun salam 10 % dan E. Kelompok Pemberian seduhan jahe 5g/KgBB. Masing masing kelompok terdiri 6 kali ulangan jadi jumlah total sampel adalah 30 ekor.

Pembuatan seduhan wedang jahe dengan cara mengaplikasikan budaya minum

wedang jahe yang sudah sering dilakukan oleh masyarakat, yakni minum segelas jahe lebih kurang 200 ml (segelas air) yang dibuat dengan cara diseduh sehari sekali atau dua kali, untuk kemudian diujicobakan pada hewan coba. Tata cara konversi dari manusia ke tikus adalah sebagai berikut: Berdasar tabel konversi Laurence dan Bocharrch (1964) konversi berat manusia 70 Kg ke tikus 200 gram adalah 0,018. Perhitungan dosis manusia ke tikus adalah $200 \text{ ml (segelas air)} \times 0,018 = 3,6 \text{ ml}$ Perhitungan pemberian sesuai dosis adalah sebagai berikut: contoh untuk dosis 1 g/KgBB $200/1000 \times 1 = 0,2 \text{ g}$ dan kemudian dilarutkan dengan air panas (mendidih) sebanyak 3,6 mL, namun demikian pembuatan seduhan dilakukan bersama-sama dalam tiap kelompok yang terdiri enam ulangan dengan cara $0,2 \text{ g} \times 6 = 1,2 \text{ g}$ jahe dilarutkan dalam $3,6 \text{ ml} \times 6 = 21,6 \text{ ml (cc)}$ lalu diberikan masing masing hewan 3,6 cc untuk hewan dengan berat badan 200 g. Jika berat badan berbeda bisa dilakukan konversi dengan cara sebagai berikut contoh jika berat badan 100 g maka $100/200 \times 3,6 = 1,8 \text{ ml (cc)}$.

Tikus diadaptasikan dalam laboratorium hewan coba selama 2 minggu sebelum diberikan perlakuan. Seduhan jahe diberikan dengan cara di sonde sehari satu kali sesuai dosis yang sudah ditentukan. Pemberian seduhan jahe dilakukan selama lebih kurang 2 bulan dan untuk kemudian dilakukan pembedahan untuk pemeriksaan sampel. Pemeriksaan ekspresi IL 6 pada jaringan lemak dilakukan dengan metode ELISA. Jaringan lemak diambil dari lemak bagian abdominal. Analisa data lebih lanjut dilakukan dengan metode ANAVA dan dilanjutkan dengan uji beda LSD.

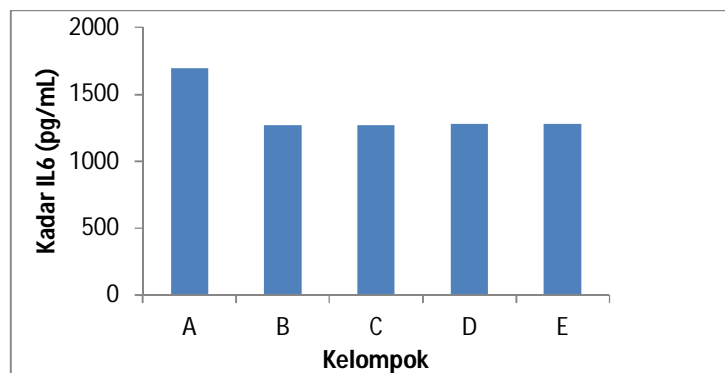
HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

Hasil Penelitian

Hasil rerata ekspresi IL6 disajikan dalam tabel 3.1 dan gambar 3.1

Tabel 1. Ekspresi IL6 Pasca Pemberiahan Seduhan Jahe.

Kelompok	Rerata Kadar IL6 (pg/mL)
A	1698.00
B	1267.17
C	1268.83
D	1275.50
E	1276.33



Gambar 1. Diagram Batang Ekspresi IL6 pada Jaringan Lemak Tikus Putih pasca Pemberian seduhan jahe

Pembahasan

Berdasarkan hasil uji ANAVA menunjukkan bahwa ada pengaruh pemberian seduhan jahe terhadap penurunan ekspresi IL 6 dan berdasarkan uji LSD diketahui bahwa pemberian jahe dengan dosis 1g, 3g, 3g+daun salam, 5g tidak berbeda secara bermakna dalam menurunkan ekspresi IL 6 pada taraf α 0,05. Penurunan ekspresi IL 6 pada pemberian seduhan jahe kemungkinan disebabkan oleh karena jahe yang diseduh mengandung senyawa gingerol maupun shogaol yang berfungsi untuk menghambat absorpsi makanan sehingga intake glukosa lebih kecil pada perlakuan pemberian jahe dibandingkan dengan yang terjadi pada kontrol. Intake glukosa yang sangat diperlukan dalam tubuh dalam kondisi normal ataupun dalam kondisi sakit bisa mengakibatkan timbulnya senyawa peroksidasi akibat efek dari reaksi oksidasi yang berlangsung.

Kondisi peroksidasi bersamaan dengan konsumsi makanan dapat meningkatkan biomarker inflamasi, adesi dan disfungsi endotel yang kesemuanya adalah faktor faktor yang mempengaruhi perkembangan penyakit kardiovaskuler. Makro nutrient sangat memungkinkan membentuk stres oksidasi, dan respon inflamasi. Konsumsi glukosa dalam kondisi normal meningkatkan produksi superoksida pada leukosit dan sel mononuclear yang akan memicu peningkatan NF- κ B. Glukosa juga meningkatkan dua faktor inflamasi lain yaitu *activating protein -1* (AP-1)Egr-1 yang pertama memodulasi *transcription of matrix metalloproteinases* yang kedua memodulasi faktor jaringan dan *plasminogen activator inhibitor*. Penemuan sebelumnya

menyebutkan pemberian glukosa pada orang normal maupun penderita diabetes meningkatkan ROS, dan faktor inflamasi yakni TNF alfa, IL 6, IL 8.

SIMPULAN DAN SARAN

Simpulan

Seduhan jahe berpotensi menurunkan risiko atherosclerosis melalui penurunan ekspresi IL6.

DAFTAR PUSTAKA

- Esposito K, Glugilano D, 2005. *Diet and Imflamation a link to metabolic and cardiovascular deseae* . 27: 15-20
- Libby P, Ridker P, Hansson G, 2011. *Progress and Challenges in translating the Biology of Atherosclerosis*. 473: 317-325
- Nammi S, Sremantula S, 2008. *Protective Effect of Ethanolic Extract of Zingiber officinale on the Development Metabolic Sindroma*. Basic.
- Salvamani S, Gunasekaran , Shahrudin NZ, Ahmad SA, Sukor MY, 2014. *Anti Atherosclerotic Effect of Plant Flafonoid*. Biomed Reseach International Hindawi Publishing Comporation.

STRUKTUR KOMUNITAS MESOFAUNA DAN MAKROFAUNA TANAH DI GUA GRODA, PONJONG, GUNUNGKIDUL

Andi Prasetyo¹⁾, Ulfa Yulia Rochmah²⁾, Rini Winarti³⁾,
Esa Chorik Darwati⁴⁾ dan Safina Audiati Afiar⁵⁾

Prodi Pendidikan Biologi dan Pendidikan Biologi,
Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Yogyakarta
Email: andi.prasetyo@student.uny.ac.id¹⁾, ulfa.yulia@student.uny.ac.id²⁾,
rini.winarti@student.uny.ac.id³⁾, esa.chorik@student.uny.ac.id⁴⁾,
safina.audiati@student.uny.ac.id⁵⁾

Abstrak

Melimpahnya mesofauna dan makrofauna tanah di Gua Groda dapat menjadi indikator kemelimpahan kelelawar karena kotoran kelelawar merupakan makanan mesofauna dan makrofauna tanah. Tujuan penelitian ini untuk mengetahui struktur komunitas mesofauna dan makrofauna tanah serta korelasi antara nilai indeks keanekaragaman dengan kadar N, P, K tanah Gua Groda.

Metode yang digunakan yakni observasi, pengambilan mesofauna dan makrofauna tanah menggunakan teknik *pit fall trap* serta teknik *toolgreen*. Uji N, P, K tanah dilakukan di Balai Pengkajian Teknologi Pertanian (BPTP) Yogyakarta. Teknik analisis dengan menghitung nilai indeks keanekaragaman Shanon-Wiener, indeks kekayaan Margaleff, frekuensi kehadiran mesofauna dan makrofauna tanah serta korelasi antara nilai indeks keanekaragaman dengan N, P, K tanah di Gua Groda.

Hasil penelitian yakni teridentifikasinya 6 famili mesofauna dan 20 famili makrofauna tanah dengan indeks keanekaragaman sedang, indeks kekayaan Margaleff tertinggi pada zona remang, frekuensi kehadiran tertinggi pada zona terang yakni Formicidae (0,12), zona remang yakni Isotomidae dan Diptera (a) coklat (0,04) serta zona gelap yakni Gryllacididae (0,05). Semakin banyak kadar N,P,K tanah, menunjukkan semakin sedikit mesofauna dan makrofauna tanah yang ditemukan. Keunikan dalam penelitian ini yakni ditemukannya 1 spesies dari Isotomidae di Gua Groda, yang selama ini dianggap sebarannya kebanyakan hanya di Sulawesi, Sumatera, Bali, Lombok, Ternate dan Papua.

Kata Kunci : *struktur komunitas, mesofauna tanah, makrofauna tanah, Gua Groda*

COMMUNITY STRUCTURE OF MESOFAUNA AND MACROFAUNA SOILS IN GRODA CAVE, PONJONG, GUNUNGKIDUL

Abstract

The number of macrofauna and mesofauna soils in Groda Cave can be an indicator of abundance of bats for bat droppings are food for macrofauna and mesofauna soils. The purpose of this study to determine the community structure of macrofauna and mesofauna soils of Groda Cave and its correlation with the content of N, P, K.

The method used is the observation, taking of macrofauna and mesofauna soils using pit fall traps and tool green technique. Testing the N, P, K of the soil was conducted in Balai Pengkajian Teknologi Pertanian (BPTP) Yogyakarta. The analysis technique used Shannon diversity index-Wiener, Margaleff wealth index, frequency of attendance of macrofauna and mesofauna soils and its correlation with N, P, K of the land in Groda Cave.

The results obtained are that six families mesofauna and 20 families macrofauna soils with moderate diversity index, the highest wealth index was in the Margaleff lit zone, the frequency of the highest attendance in the light zone is Formicidae (0.12), ie dim zones Isotomidae and Diptera (a) brown (0.04) and the dark zone is Gryllacididae (0.05). The correlation showed the more the content of N, P, K, the fewer mesofauna and macrofauna soils were found. The uniqueness found in this study is the discovery of one species of Isotomidae in Groda Cave, which has been considered spreading only in Sulawesi, Sumatera, Bali, Lombok, Ternate and Papua.

Keywords: *community structure, mesofauna soil, macrofauna soil, Groda Cave.*

PENDAHULUAN

Gua merupakan ruang yang terbentuk oleh aktivitas pelarutan air dan memiliki pembagian ruang berdasarkan intensitas cahayanya, yakni zona terang dengan intensitas cahaya tinggi, zona remang dengan intensitas cahaya sedang, dan zona gelap yang tidak terdapat cahaya sama sekali. Karakteristik gua yang lain yakni keragaman habitat di dalamnya, yakni habitat dengan kelembaban tinggi, habitat kegelapan total, habitat dengan variasi temperatur yang kecil dan hampir tidak adanya aliran udara^[7].

Makrofauna dan mesofauna tanah dapat berfungsi meningkatkan aerasi, infiltrasi air, agregasi tanah, serta mendistribusikan bahan organik tanah^[2]. Makrofauna ini berperan dalam dekomposisi bahan organik tanah. Makrofauna tanah memiliki ukuran kurang lebih 2 – 20 mm, contohnya cacing, semut, dan rayap. Mesofauna memiliki ukuran yang lebih kecil yakni kurang lebih 0.2 – 2 mm, contohnya Nemathoda, Collembola, dan Acarina^[11].

Menurut keterangan warga di sekitar Gua Groda, gua tersebut merupakan gua bekas tambang kapur. Pada pengamatan lapangan ditemukan bahwa walaupun gua ini

bekas tambang tetapi keadaannya masih cukup baik. Jumlah kelelawar *R.canutti* di dalam Gua Groda tergolong cukup banyak^[9] sehingga guano gua juga cukup banyak. Guano sebagai bahan organik dan pakan mesofauna serta makrofauna tanah tentunya akan mempengaruhi kelimpahan mesofauna dan makrofauna tanah di dalam gua. Berdasarkan penelitian Rina dkk (2012), keberadaan Arthropoda di lantai gua juga dipengaruhi oleh keadaan pakan. Pakan tersebut yakni guano kelelawar, mikroorganisme, dan kayu yang lapuk^[10].

Berdasarkan latar belakang di atas, permasalahan yang dapat dirumuskan dalam penelitian ini yakni struktur komunitas mesofauna dan makrofauna tanah di Gua Groda seperti apa dan bagaimana korelasi antara kadar N, P, dan K tanah dengan nilai indeks keanekaragaman mesofauna dan makrofauna tanah di Gua Groda.

Tujuan penelitian ini yakni mengetahui struktur komunitas mesofauna dan makrofauna tanah di Gua Groda serta mengetahui korelasi antara kadar N, P, dan K tanah dengan nilai indeks keanekaragaman mesofauna dan makrofauna tanah Gua Groda.

Hasil penelitian diharapkan dapat dijadikan sebagai referensi penelitian lebih lanjut di kawasan karst Indonesia dan sebagai informasi mengenai kekayaan serta keanekaragaman biota yang ada di Gua Groda sehingga masyarakat dapat ikut melestarikan biota tersebut dengan tidak merusak habitatnya. Potensi ke depan hasil penelitian ini dapat dipublikasikan dalam jurnal nasional sebagai informasi struktur komunitas mesofauna dan makrofauna tanah Gua Groda serta 1 spesies dari Isotomidae yang ditemukan di Gua Groda

METODE PENELITIAN

Jenis penelitian ini yakni penelitian observasi, meliputi observasi komponen biotik dan abiotik di Gua Groda, Ponjong, Gunungkidul. Fokus penelitian pada mesofauna dan makrofauna tanah. Variabel penelitian meliputi komponen abiotik dan biotik. Komponen abiotik yakni perbedaan kondisi klimatik (suhu, intensitas cahaya, kelembaban udara) dan edafik (pH, suhu, kelembaban serta kadar N,P,K tanah) pada zona terang, remang, dan gelap. Komponen biotiknya yakni struktur komunitas mesofauna dan makrofauna tanah, meliputi indeks keanekaragaman Shannon-Wiener, indeks kekayaan Margaleff, dan frekuensi kehadiran.

Waktu pelaksanaan penelitian selama 4 bulan yakni dari bulan Maret hingga bulan Juni 2016 di Gua Groda, Kecamatan Ponjong, Kabupaten Gunungkidul dan laboratorium Biologi FMIPA UNY. Pengambilan data terdiri dari pengambilan sampel di lapangan (mesofauna, makrofauna tanah, dan tanah), data klimatik dan edafik, serta identifikasi mesofauna dan makrofauna tanah.

Pengambilan sampel dilakukan secara *purposive sampling* dengan melihat ketebalan tanah minimal 5 cm di dalam Gua Groda berdasarkan zonasi terang, remang, dan gelap. Teknik pengambilan sampel dengan *pit fall trap*, yakni membuat jebakan dengan botol flakon yang ditanam dalam tanah, kemudian dengan *toolgreen* yakni sampel tanah dipanaskan dalam rakitan *toolgreen* selama 6 hari.

Alat yang digunakan yakni botol flakon, termometer, *soil tester*, higrometer, termometer tanah, lux meter, paralon, plastik, cetok, meteran gulung, pipet tetes dan label. Bahan yang digunakan yakni alkohol 70% dan gliserin.

Analisis data yang dilakukan yakni menghitung nilai keanekaragaman jenis, kekayaan jenis, frekuensi kehadiran dan korelasi antara keanekaragaman jenis dengan kadar N, P, K tanah. Nilai indeks keanekaragaman jenis mesofauna dan makrofauna tanah ditentukan dengan menggunakan indeks keanekaragaman Shannon-Wiener^[5] dengan rumus:

$$ID = H' = \sum_{i=1}^s pi (\ln pi), pi = \frac{ni}{N}$$

Keterangan :

pi : kelimpahan

N : jumlah total seluruh jenis

ni : jumlah tiap jenis

H' : indeks keanekaragaman Shannon-Wiener

Untuk mengukur indeks kekayaan jenis makrofauna dan mesofauna tanah digunakan indeks kekayaan Margaleff (R1) dengan persamaan sebagai berikut:

$$R1 = \frac{S-1}{\ln N}$$

ln N

Keterangan:

R1= indeks kekayaan jenis

S = jumlah jenis

N = jumlah individu

Frekuensi kehadiran mesofauna dan makrofauna tanah dihitung dengan rumus :

$$FK = \frac{\text{jumlah stasiun tempat ditemukan jenis}}{\text{jumlah stasiun}}$$

Dengan kriteria:

FK = 0 - 0,25 : kehadiran kebetulan

FK = 0,25 - 0,50 : kehadiran aksesoris

FK = 0,50 - 0,75 : kehadiran konstan

FK = 0,75 - 1,00 : kehadiran absolut

Korelasi antara unsur N, P, K dengan keanekaragaman mesofauna dan makrofauna tanah Gua Groda menggunakan rumus korelasi *product-momen*^[1] :

$$r_{xy} = \frac{n\sum xy - (\sum x)(\sum y)}{\sqrt{\{n(\sum x^2) - (\sum x)^2\}\{n(\sum y^2) - (\sum y)^2\}}}$$

Keterangan :

r_{xy} = korelasi antara faktor fisik tanah dengan indeks keanekaragaman spesies

n = jumlah jenis sampah

x = faktor fisik tanah

y = indeks keanekaragaman spesies

Koefisien korelasi (r) dapat diterjemahkan dalam beberapa tingkatan yakni:

a. $r = 0$, tidak ada korelasi;

- b. $0 < r < 0,200$, korelasi sangat rendah/ lemah sekali;
c. $0,200 < r < 0,400$, korelasi rendah/lemah tapi pasti;
d. $0,400 < r < 0,700$, korelasi yang cukup berarti;
e. $0,700 < r < 0,900$, korelasi sangat tinggi, kuat;
f. $0,900 < r < 1$, korelasi sangat tinggi, kuat sekali, dapat diandalkan.^[3]

HASIL DAN PEMBAHASAN

Struktur komunitas mesofauna dan makrofauna tanah Gua Groda ditunjukkan dengan hasil perhitungan indeks keanekaragaman Shanon-Wiener, indeks kekayaan Margaleff dan frekuensi kehadiran. Keadaan tanah pada masing-masing titik sampling di Gua Groda tersaji pada Tabel 1.

Tabel 1. Karakteristik Tanah Gua Groda

No.	Zona	Tipe Tanah
1	Terang 1	Sedikit berlumpur
2	Terang 2	Berkapur
3	Terang 3	Sedikit berlumpur
4	Remang 1	Basah
5	Remang 2	Sedikit berlumpur
6	Remang 3	Basah, berkapur
7	Gelap 1	Basah, berkerikil
8	Gelap 2	Basah, berlumpur
9	Gelap 3	Basah, berlumpur

Tabel 1. menunjukkan tekstur tanah di Gua Groda dominan basah dan berlumpur karena terdapat resapan air yang menetes dari dinding dan atap gua ke lantai gua. Keberadaan hewan-hewan tanah dipengaruhi oleh keadaan atau tekstur tanahnya pula^[4], sehingga dari hasil penelitian dapat diketahui mesofauna dan makrofauna tanah di Gua Groda cenderung bertahan pada lingkungan tanah lembab.

Keberadaan dan kepadatan populasi hewan tanah pada suatu daerah sangat bergantung pada faktor lingkungan, yakni lingkungan biotik dan lingkungan abiotik^[9]. Faktor lingkungan abiotik dibagi menjadi faktor fisika dan faktor kimia. Faktor fisika yakni suhu, kadar air, porositas, dan tekstur tanah. Faktor kimia yakni pH, salinitas, kadar organik tanah, dan unsur mineral tanah^[4].

Berdasarkan pengamatan unsur klimatik dan edafik di Gua Groda diperoleh nilai yang bervariasi seperti pada Tabel 2.

Tabel 2. Unsur Klimatik dan Edafik

No.	Zona	pH Tanah	Intensitas Cahaya (lux)	Kelembaban Tanah (%)	Suhu Udara (°C)	Suhu Tanah (°C)
1	terang	6.1	443.44	74.05	25.67	25.52
2	remang	6.28	0.041	71.44	25.00	24.67
3	gelap	5.54	0	84.33	25.16	25.18

Perbedaan yang sangat berarti pada unsur klimatik terdapat pada intensitas cahaya. Intensitas cahaya paling tinggi terhitung pada zona terang yakni sebesar 443,44 lux dan paling rendah pada zona gelap yakni 0 lux. Berdasarkan penelitian ini, intensitas cahaya mempengaruhi keberadaan mesofauna dan makrofauna tanah.

Unsur edafik juga memiliki perbedaan yang sangat berarti pada pH tanah. pH tanah paling asam terdapat pada zona gelap dikarenakan pada zona gelap tanahnya sedikit tercampur guano dari kelelawar.

Jenis-jenis Mesofauna dan Makrofauna Tanah yang Ditemukan

Jenis-jenis mesofauna dan makrofauna tanah yang ditemukan disajikan pada Tabel 3.

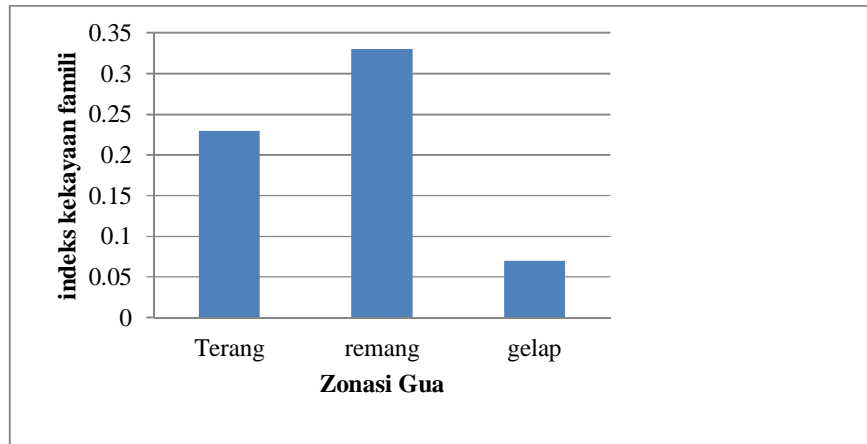
Tabel 3. Jenis Mesofauna dan Makrofauna Tanah yang Ditemukan

No.	Nama Famili	Keterangan	No.	Nama Famili	Keterangan
1	Collembola	Mesofauna	14	Empididae	Makrofauna
2	Entomobrydae	Mesofauna	15	Eriocraniidae	Makrofauna
3	Hypogastruridae	Mesofauna	16	Formicidae	Makrofauna
4	Isotomidae	Mesofauna	17	Fulgoridae	Makrofauna
5	Onychiuridae	Mesofauna	18	Gryllacrididae	Makrofauna
6	Poduridae	Mesofauna	19	Isoptera	Makrofauna
7	Coleoptera 1	Makrofauna	20	Kecoa	Makrofauna
8	Diplopoda	Makrofauna	21	Lepidoptera	Makrofauna
9	Diptera (a) coklat	Makrofauna	22	Miris udang	Makrofauna
10	Diptera (b) hitam	Makrofauna	23	Phoridae	Makrofauna
11	Diptera (c)	Makrofauna	24	Pyrgotidae	Makrofauna
12	Diptera (d)	Makrofauna	25	Rhizophagidae	Makrofauna
13	Diptera	Makrofauna	26	Stapilinidae	Makrofauna

Berdasarkan penelitian, diperoleh 6 famili mesofauna dan 20 famili makrofauna tanah dari zona terang, remang dan gelap di Gua Groda.

Indeks Kekayaan Margaleff

Indeks kekayaan Margaleff pada Gua Groda menggunakan indeks kekayaan famili dari mesofauna dan makrofauna tanah yang tertangkap.

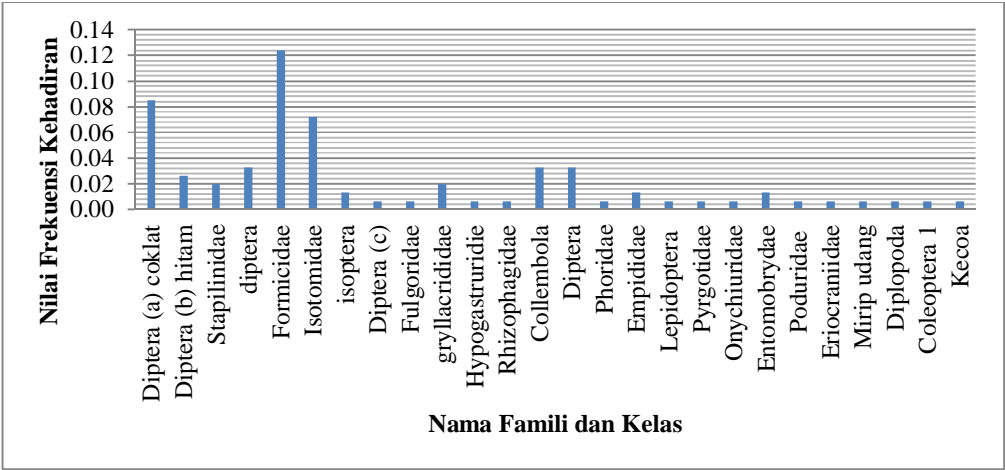


Gambar 1. Indeks Kekayaan Famili

Berdasarkan Gambar 1., kekayaan famili tertinggi terdapat pada zona remang. Hal ini karena perbandingan jumlah famili dan jumlah individu yang tertangkap pada zona remang paling tinggi, sehingga zona paling kaya famili dari mesofauna dan makrofauna tanah yakni zona remang. Hal ini dikarenakan zona remang merupakan zona transisi antara zona gelap dan zona terang, sehingga banyak mesofauna dan makrofauna tanah yang tertangkap pada *pit fall trap*.

Frekuensi Kehadiran Mesofauna dan Makrofauna Tanah di Gua Groda

Frekuensi kehadiran terbesar pada zona terang yakni dari famili Formicidae (0,12). Nilai ini berarti kehadiran Formicidae pada semua titik sampel di zona terang sebagai kehadiran kebetulan sehingga kehadirannya belum bisa dikatakan kehadiran yang konstan. Famili Formicidae yang ditemukan kesemuanya merupakan jenis semut-semutan yang banyak mendominasi lingkungan lantai gua. Formicidae merupakan hewan yang banyak membantu dalam proses perombakan zat organik yang mati, sehingga dengan kehadiran Formicidae dapat meningkatkan kesuburan tanah.

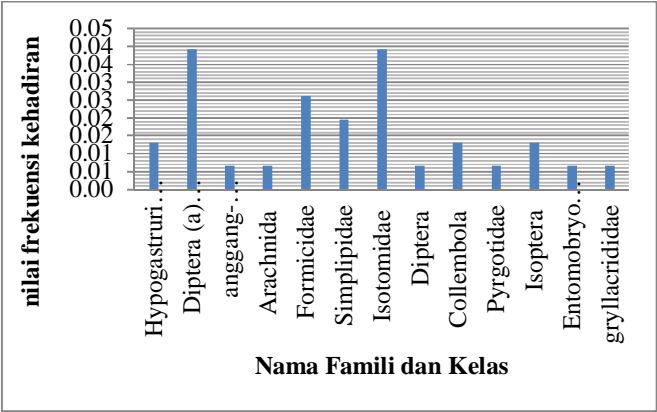


Gambar 2. Frekuensi Kehadiran Mesofauna dan Makrofauna Tanah pada Zona Terang Gua Groda



Gambar 3. Famili Formicidae
(sumber: dokumentasi penelitian)

Nilai frekuensi kehadiran terbesar pada zona remang yakni Famili Isotomidae dan Diptera (a) coklat (0,04). Nilai frekuensi kehadiran ini termasuk dalam kriteria kehadiran kebetulan.



Gambar 4. Frekuensi Kehadiran Mesofauna dan Makrofauna Tanah pada Zona Remang Gua Groda

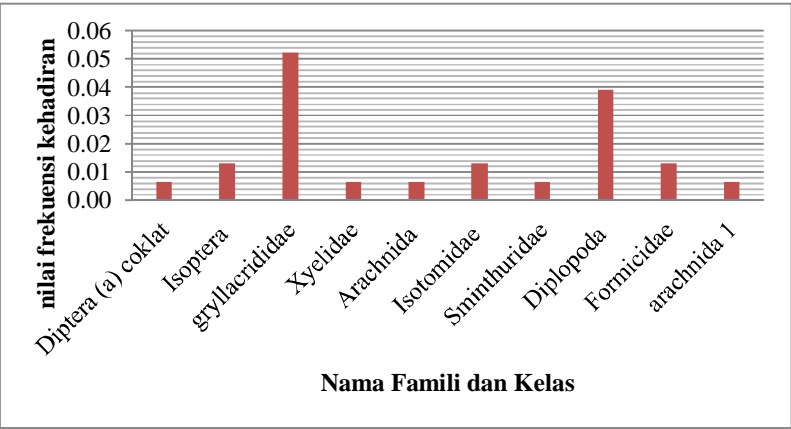
Isotomidae memiliki frekuensi terbesar pada zona remang karena Isotomidae merupakan kelas Collembola yang berfungsi sebagai perombak bahan-bahan organik di dalam tanah. Menurut Soehardjono, Y.R. (2012), daerah persebaran Isotomidae di Indonesia kebanyakan di Pulau Sulawesi, Sumatra, Bali, Lombok, Ternate, dan Papua, sedangkan pada Pulau Jawa masih sedikit^[8]. Namun pada penelitian ini, famili Isotomidae ditemukan cukup banyak jumlahnya di Gua Groda. Dengan demikian, berdasar hasil penelitian PKM ini Isotomidae terbukti tidak hanya ditemukan di daerah yang telah disebutkan tersebut.



Gambar 5. Diptera (a) coklat
(sumber: dokumentasi penelitian)



Gambar 6. Isotomidae



Gambar 7. Frekuensi Kehadiran Mesofauna dan Makrofauna Tanah
pada Zona Gelap Gua Groda

Famili Gryllacididae pada zona gelap memiliki nilai frekuensi kehadiran tertinggi yakni sebesar 0,05. Keberadaan famili Gryllacididae tersebut dipengaruhi oleh keadaan zona gelap dengan guano yang melimpah, karena guano juga menjadi makanan organik famili Gryllacididae ini. Nilai frekuensi kehadiran tersebut termasuk kategori kehadiran kebetulan, sehingga fauna-fauna dalam zona gelap yang singgah ke *pit fall trap* hanya kebetulan saja.

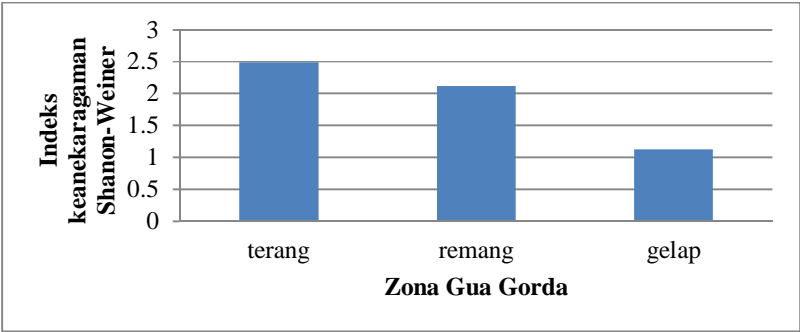


Gambar 8. Gryllacididae
(sumber: dokumentasi penelitian)

Kehadiran yang kebetulan menggambarkan bahwa kebanyakan fauna yang didapat bukan merupakan fauna permukaan tanah di sekitar *pit fall trap* tetapi merupakan fauna dalam tanah atau fauna yang kebetulan saja sedang mencari makan di sekitar titik sampel (*pit fall trap*).

Indeks Keanekaragaman Jenis Mesofauna dan Makrofauna Tanah

Nilai indeks keanekaragaman jenis (H') tertinggi ditemukan pada zona terang, selanjutnya berturut-turut pada zona remang dan zona gelap.



Gambar 9. Indeks Keanekaragaman Shanon-Weiner Mesofauna dan Makrofauna Tanah

Berikut korelasi antara nilai indeks keanekaragaman mesofauna dan makrofauna tanah dengan kadar N, P, dan K tanah di Gua Groda:

Tabel 7. Korelasi Nilai Indeks Keanekaragaman Mesofauna dan Makrofauna Tanah dengan Kadar N, P, dan K Tanah di Gua Groda

No.	Zona	H'	N	P	K
1	terang	2.50	0.07	66.33	37.33
2	remang	2.12	0.057	122.33	33
3	gelap	1.13	0.087	1268.33	51
Total		5.75	0.21	1456.99	121.33
Koefisien Korelasi			-0,13	-0.82	-0.73

Keterangan :

H' = Indeks keanekaragaman Shannon-Wiener

N = Nitrogen

P = Posfat

K = Kalium

Keanekaragaman jenis pada zona terang, remang, dan gelap termasuk dalam kategori sedang. Zona terang mempunyai keanekaragaman paling tinggi dengan indeks sebesar 2,50, dilanjutkan zona remang dengan indeks 2,12, dan zona gelap dengan indeks 1,13 yang menggambarkan bahwa zona gelap memiliki indeks keanekaragaman paling rendah. Perbedaan indeks keanekaragaman Shannon-Wiener dikarenakan lingkungan gua berbeda dengan lingkungan pada umumnya. Semakin dalam gua maka intensitas cahaya akan semakin rendah dan bahkan tidak ada cahaya yang masuk ke dalam gua begitupun kelembaban udara yang semakin tinggi diikuti suhu udara yang semakin rendah. Intensitas cahaya matahari yang diterima ekosistem merupakan faktor penentu penting produktivitas primer, yang pada gilirannya dapat mempengaruhi keanekaragaman spesies dan siklus hara.^[6]

Nilai koefisien korelasi antara kadar N tanah dengan mesofauna dan makrofauna tanah sebesar -0,13 yang berarti tidak berkorelasi. Nilai koefisien korelasi antara kadar P tanah dengan mesofauna dan makrofauna tanah sebesar -0,8231 yang berarti korelasinya sangat tinggi (kuat), sedangkan nilai koefisien korelasi antara kadar K tanah dengan mesofauna dan makrofauna tanah sebesar -0,7261 yang berarti korelasinya sangat tinggi (kuat). Sehingga yang berkorelasi dengan indeks keanekaragaman Shanon-Wiener hanya unsur Phospat dan Kalium, sedangkan unsur Nitrogen tidak berkorelasi dengan indeks keanekaragaman. Tanda negatif pada korelasi Phospat dan Kalium menunjukkan bahwa semakin banyak kadar P, K tanah maka keanekaragaman mesofauna dan makrofauna tanah di dalam gua semakin sedikit.

Di sisi lain, pada zona gelap kadar oksigennya lebih rendah, sehingga laju fermentasi guano menjadi bahan anorganik lebih cepat daripada zona remang maupun zona terang. Laju fermentasi yang cepat menyebabkan zat organik tanah semakin sedikit, sehingga menyebabkan mesofauna dan makrofauna tanah kekurangan zat organik sebagai makanannya. Sedangkan pada zona terang kadar oksigen tergolong tinggi sehingga laju fermentasi lebih lambat yang menyebabkan zat organik lebih lambat untuk diubah menjadi zat anorganik.

SIMPULAN DAN SARAN

Struktur komunitas mesofauna dan makrofauna tanah di Gua Groda terdiri 6 famili mesofauna dan 20 famili makrofauna tanah yang tersebar ke dalam 3 zona gua (zona terang, remang, dan gelap). Kekayaan mesofauna dan makrofauna tanah tertinggi terdapat pada zona remang. Kehadiran mesofauna dan makrofauna tanah yang didapat termasuk kategori fauna kebetulan datang ke *pitfall trap*.

Indeks keanekaragaman Shanon-Weiner menunjukkan pada zona terang memiliki nilai keanekaragaman tertinggi, diikuti zona remang yang juga cukup tinggi serta zona gelap dengan indeks keanekaragaman terendah. Keunikan dalam penelitian ini yakni ditemukannya 1 spesies dari Isotomidae di Gua Groda, yang selama ini dianggap sebarannya kebanyakan hanya di Sulawesi, Sumatra, Bali, Lombok, Ternate dan Papua.

Korelasi antara kadar Nitrogen dengan indeks keanekaragaman Shannon-Wiener yakni tidak berkorelasi. Korelasi antara kadar Phospat dan Kalium tanah dengan indeks keanekaragaman Shannon-Wiener berkorelasi kuat, sehingga semakin banyak kadar Phospat dan Kalium tanah maka semakin sedikit mesofauna dan makrofauna tanah yang ditemukan.

DAFTAR PUSTAKA

- ^[1]Arikunto, S. 1997. *Prosedur Penelitian*. Jakarta : Rineka Cipta.\
- ^[2]Battigelli, J.P., McIntyre, G.S., Broersma, K. & Krzic, M.2003. *Impact of Cattle Grazing on Prostigmatid Mite Densities Ingrassland Soils of Southern Interior British Columbia*. Can. J. Soil Sci.83:533-535.
- ^[3]Hasan, I. 2001. *Pokok-pokok Materi Statistik 2 (Statistik Inferensif)*. Edisi 2. Jakarta : Bumi Aksara.
- ^[4]Leksono, A.Setyo.2007.*Ekologi Pendekatan Deskriptif dan Kuantitatif*. Malang : Bayumedia.
- ^[5]Maggurran AE. 2004. *Measuring Biological Diversity*.USA: Blackwell Publishing Company.
- ^[6]Mokany, A., J.T. Wood and S.A. Cunningham. 2008. “Effect of Shade and Shading History on Species Abundances and Ecosystem Processes in Temporary Ponds”. *Freshwater Biology*. 53(10): 1917-1928.
- ^[7]Rahmadi, C. dan Sigit W. 2008. *Fauna Gua Tuban Di Tengah Krisis Keanekaragaman Hayati Dan Ancaman Kelestarian. Bidang Zoologi*. Cibinong : LIPI.
- ^[8]Soehardjono, Y.R. 2007. *Collembola (ekor pegas)*. Cibinong : LIPI.
- ^[9]Ikranagara, R.D.F, dkk. 2014. Map Distribution of *Rhinolopus canuti* (Canur's Horseshoe Bat) in Gunung Sewu Karts Area, Yogyakarta. *Asian Journal of Conservation Biology*, December 2014. Vol. 3 No. 2, pp. 149–151AJCB: FP0045 ISSN 2278-7666 ©TCRP 2014- ICBC 2014.
- ^[10]Rina, dkk. 2012. Studi Komunitas Arthropoda pada Lantai Gua Jlamprong Kecamatan Semanu, Kabupaten Gunungkidul. Yogyakarta : PKM 50 Judul FMIPA UNY.
- ^[11]Swift, M. and Bignell, D. 2001. *Standard Methods for Assesment of Soil Biodiversity and Land Use Practice*. ICRAF Southeast Asia.

**EFEK PAPARAN OBAT NYAMUK BAKAR TRANSFLUTRIN DAN
BERBAHAN EKSTRAK DAUN PERMOT (*Passiflora foetida*) TERHADAP
SEL DARAH MENCIT**

Rina Priastini Susilowati

Bagian Biologi, Fakultas Kedokteran Universitas Kristen Krida Wacana Jakarta

Abstrak

Penyakit demam berdarah adalah suatu penyakit yang disebabkan oleh nyamuk *Aedes aegypti* yang hingga saat ini penanganannya dengan menggunakan insektisida. Beberapa penelitian menyatakan bahwa paparan insektisida pada tubuh dapat memicu pembentukan *Reactive Oxygen Species (ROS)* dan menimbulkan *oxidative stress*. *Oxydative stress* yang berlangsung lama dapat mengakibatkan membran sel darah merah rusak bahkan sampai hemolysis. Tujuan penelitian ini adalah ingin membuktikan pengaruh paparan obat nyamuk bakar yang berbahan herbal ekstrak daun permot (*Passiflora foetida*) dengan dosis bertingkat terhadap sel darah mencit.

Desain penelitian adalah *randomized post test only controlled group*. Tiga puluh lima ekor mencit jantan dibagi secara random menjadi 7 kelompok yaitu kelompok kontrol tanpa paparan obat nyamuk bakar (K_0), kelompok kontrol paparan obat nyamuk transflutrin (K_1), kelompok paparan obat nyamuk bakar berbahan daun permot dosis bertingkat yaitu 500 ppm (P_1), dosis 1000 ppm (P_2), dosis 2000 ppm (P_3), dosis 3000 ppm (P_4) dan dosis 4000 ppm (P_5) selama 8 jam/hari. Paparan obat nyamuk bakar diberikan selama 3 bulan. Pada hari terakhir dilakukan pembedahan untuk mengambil darah dari jantung, dilakukan penghitungan terhadap jumlah sel darah merah dan jumlah trombosit menggunakan Haemocytometer, sedangkan untuk mengetahui kadar hemoglobin menggunakan Haemometer. Analisis statistik menggunakan uji *one-way Anova* dan dilanjutkan dengan uji BNT bila terdapat hasil yang signifikan ($p < 0.05$).

Hasil penelitian menunjukkan bahwa paparan obat nyamuk bakar berbahan ekstrak daun permot hingga dosis 3000 ppm tidak berpengaruh terhadap sel darah mencit yang meliputi jumlah sel darah merah, jumlah trombosit, kadar hemoglobin dan kadar hematokrit pm, namun berpengaruh pada paparan obat nyamuk bakar berbahan ekstrak daun permot dosis 4000 ppm dan transflutrin 2500 ppm.

Kata kunci : obat nyamuk bakar, daun permot, sel darah.

PENDAHULUAN

Indonesia merupakan daerah yang beriklim tropis. Hal tersebut sesuai dengan habitat bagi nyamuk untuk berkembang biak, salah satunya adalah nyamuk *Aedes aegypti* yang merupakan vector penyakit demam berdarah dengue (DBD). Sebagai salah satu upaya memutus matrantai penyebaran *Aedes aegypti* tersebut adalah dengan cara pengendalian vektor dengan dua cara yaitu cara kimia dan pengelolaan lingkungan. Selama ini pengendalian *Aedes aegypti* umumnya dilakukan dengan menggunakan insektisida sintetis. Hal ini dikarenakan insektisida sintetis dianggap efektif, praktis, manjur dan dari segi ekonomi lebih menguntungkan. Namun, hal ini perlu diwaspadai karena penggunaan insektisida sintetis secara terus menerus akan menimbulkan pencemaran lingkungan, kematian berbagai macam makhluk hidup lain dan menyebabkan serangga menjadi resisten, bahkan dapat menyebabkan mutasi gen pada spesies ini (Susilowati, 2016). Metcalf dan Luckmann (1982) menyatakan bahwa insektisida sintetis bersifat bioaktif, mengandung bahan kimia yang sukar mengalami degradasi di alam sehingga residunya dapat mencemari lingkungan dan dapat menurunkan kualitas lingkungan.

Pada umumnya masyarakat tidak memperhatikan zat aktif yang terkandung dalam obat nyamuk yang digunakan, terutama jenis obat nyamuk bakar (*coil*) yang memiliki asap cukup banyak. Beberapa penelitian mengatakan bahwa asap yang dihasilkan dari pembakaran obat nyamuk bakar mengandung zat karsinogen (pemicu kanker). Selain itu beberapa penelitian yang lain juga mengungkapkan bahwa paparan asap-asap tersebut dalam jangka waktu pemakaian yang lama dapat menyebabkan terjadinya penyakit pada saluran pernapasan dan juga meningkatkan risiko penyakit kanker paru-paru.

Melihat kerugian berupa efek samping yang ditimbulkan oleh insektisida sintetis tersebut maka dibutuhkan suatu usaha untuk mendapatkan bahan alternatif yang lebih ramah lingkungan tetapi juga efektif dalam mengendalikan populasi nyamuk khususnya *Aedes aegypti*. Penggunaan insektisida botani atau bioinsektisida sebagai pengganti insektisida sintetis nantinya diharapkan dapat mengurangi masalah pencemaran lingkungan. Hal ini disebabkan karena penggunaan insektisida hayati (bioinsektisida) tidak menimbulkan pencemaran lingkungan, dimana insektisida hayati mengandung bahan yang mudah dan cepat terdegradasi di alam serta tidak menimbulkan residu berbahaya bagi lingkungan, baik pada hewan maupun manusia. Hal ini juga dinyatakan oleh Syahputra (2001) bahwa insektisida hayati memiliki sifat yang tidak stabil dan

memungkinkan untuk dapat didegradasi secara alami sehingga tidak berbahaya bagi manusia dan lingkungan.

Salah satu tanaman obat yang diduga mengandung bahan aktif yang dapat digunakan sebagai bioinsektisida adalah tanaman permot (*Passiflora foetida*). Permot adalah bagian dari kekayaan tanaman Indonesia yang tumbuh secara liar dan terdapat dalam jumlah yang melimpah. Tanaman permot dapat secara mudah dijumpai di tanah lapang, sawah, kebun atau tumbuh merambat di sela tanaman utama yang sengaja ditanam, dipagar dan juga merambat pada dinding sehingga tanaman ini biasa dibersihkan, dibakar atau dibuang begitu saja. Beberapa bahan aktif yang terdapat di dalam ekstrak daun permot antara lain mengandung flavonoid, harmaline, harmine, harmol, saponin, saponaretin, saponarin, sitosterol, scopoletin, stigmasterol, passifloracine (Wolfman dkk., 1984). Permot juga mengandung alkaloid dan setidaknya 10 flavonoid salah satunya adalah ermanin yang menyebabkan kematian pada *nympthalid butterfly Dione juno* (Echeverri dkk., 2001). Jadi ermanin inilah yang dapat menjadi pestisida yang baik untuk membunuh hama dan serangga yang kemungkinan juga bersifat toksik bagi hewan coba mencit pada penelitian ini.

Tujuan dilakukannya penelitian ini adalah untuk mengetahui bagaimana efek paparan obat nyamuk bakar berbahan ekstrak daun permot dengan dosis bertingkat maupun transflutrin 2500 ppm terhadap sel darah mencit (*Mus musculus*, L.). Hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan informasi kepada masyarakat tentang efek paparan obat nyamuk bakar (*coil*) berbahan ekstrak daun permot yang lebih aman digunakan daripada menggunakan obat nyamuk bakar berbahan sintetis berdasarkan pengamatan terhadap jumlah sel darah merah, jumlah trombosit, kadar hemoglobin dan kadar hematokrit mencit.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Hewan, Fakultas Kedokteran Universitas Kristen Krida Wacana Jakarta. Penelitian dilakukan selama satu semester dimulai pada bulan Mei tahun 2015. Subjek penelitian yang diteliti adalah mencit jantan (*Mus musculus*), sedangkan objek penelitian yang diteliti adalah sel darah mencit yang meliputi jumlah sel darah merah, jumlah trombosit, kadar hemoglobin dan kadar hematokrit.

Jenis penelitian ini adalah eksperimental laboratorium. Objek penelitian diberi perlakuan paparan obat nyamuk bakar (bahan aktif transflutrin dan berbahan ekstrak daun permot). Rancangan penelitian yang digunakan adalah *randomized post test only controled group*. Teknik random yang dipakai adalah *simple random sampling* yaitu pengambilan sampel dari populasi dilakukan secara acak tanpa memperhatikan strata yang ada dalam populasi karena dianggap populasi sudah cukup homogen dengan cara diundi. Penelitian ini menggunakan hewan coba mencit jantan dewasa kelamin.

Alat yang digunakan untuk perlakuan adalah kandang dengan ukuran 30 cm x 30 cm x 30 cm dan perlengkapannya yaitu tempat makan dan minum mencit, alas kandang dengan menggunakan sekam, selain itu juga digunakan obat nyamuk bakar dalam bentuk *coil*. Alat untuk menghitung sel darah dan kadar hemoglobin meliputi timbangan digital, *counter*, seperangkat alat bedah, *sputit*, *eppendorf*, Haemocytometer, Haemometer, mikroskop, pipet dan tabung reaksi. Bahan yang digunakan untuk perlakuan adalah obat nyamuk bakar, dan mencit (*Mus musculus*, L.) jantan (memiliki berat badan 23 sampai 25 gram dengan umur 2 bulan), pakan berupa pelet Par-g yang diproduksi oleh Japfa Comfeed, air diambil dari kran di laboratorium. Bahan yang digunakan untuk menghitung sel darah dan kadar hemoglobin yaitu antioagulan EDTA, alkohol 70%, larutan Hayem, larutan Turk, HCl 0.1 N, dan akuades.

Proses ekstraksi daun permot yaitu daun permot dikeringkan dengan cara mengangin-anginkan dan tidak terkena sinar matahari secara langsung selama 3-4 hari. Setelah kering bahan tersebut digiling sampai menjadi serbuk halus. Serbuk yang sudah dihaluskan sejumlah

1 kg dimasukkan dalam bejana dan dituangi dengan pelarut etanol 96% sampai terendam dan dibiarkan selama 3 hari. Hasil rendaman kemudian disaring dengan bantuan pompa hisap. Ampas atau filtrat yang diperoleh kemudian dimaserasi ulang dengan pelarut etanol 96% yang baru dan dibiarkan selama 24 jam. Ekstrak cair yang diperoleh diuapkan dengan evaporator pada suhu 4°C sampai diperoleh ekstrak kental.

Sebanyak 35 ekor mencit jantan sebagai hewan coba diadaptasikan selama 7 hari untuk menyamakan cara hidup dan makanannya. Sebelum dan selama perlakuan mencit diberi pakan standar yaitu dalam bentuk pellet ikan dan minum secara *ad libitum*. Kemudian dilakukan penimbangan berat badan awal mencit dan berat badan di akhir perlakuan. Pada saat perlakuan, obat nyamuk bakar diletakkan didekat kandang mencit. Mencit dibagi atas 5 kelompok perlakuan paparan obat nyamuk bakar berbahan ekstrak

daun permot dan 2 kelompok kontrol, perlakuan yang diberikan adalah variasi dosis yaitu P₁ (obat nyamuk bakar berbahan ekstrak daun permot 500 ppm, 8 jam/hari), P₂ (obat nyamuk bakar berbahan ekstrak daun permot 1000 ppm, 8 jam/hari), P₃ (obat nyamuk bakar berbahan ekstrak daun permot 2000 ppm, 8 jam/hari), P₄ (obat nyamuk bakar berbahan ekstrak daun permot 3000 ppm, 8 jam/hari), P₅ (obat nyamuk bakar berbahan ekstrak daun permot 4000 ppm, 8 jam/hari) selama 3 bulan. Pada hari terakhir perlakuan dilakukan pembedahan untuk mengambil darah dari organ jantung pada semua mencit, selanjutnya diambil dengan spuit dan ditampung di dalam *ependorf* yang telah diberi antikoagulan EDTA, kemudian dilakukan penghitungan jumlah sel darah merah, jumlah trombosit, kadar hemoglobin dan kadar hematokrit mencit.

Analisa Hematologi

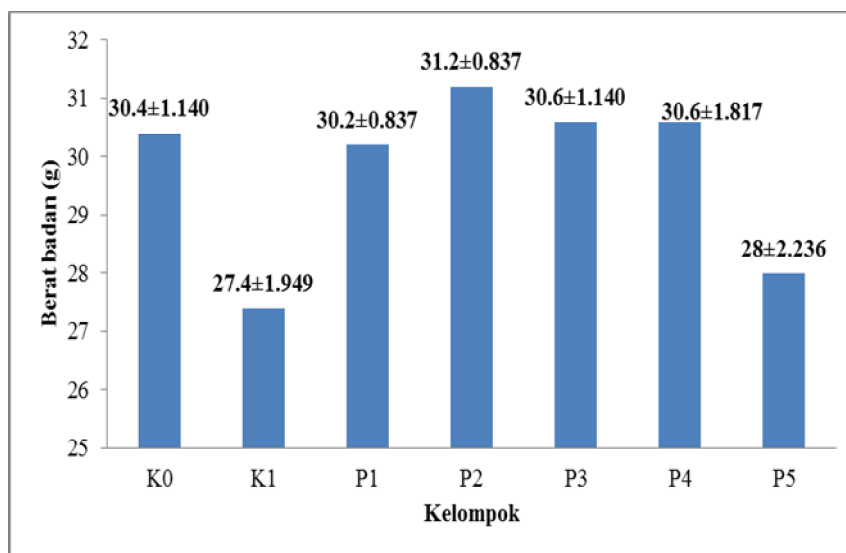
Penghitungan trombosit darah mencit dilakukan dengan pengenceran darah dengan larutan Rees Ecker sebesar 200 kali, kemudian dilakukan penghitungan jumlah sel darah trombosit dengan menggunakan hemasitometer. Hemasitometer diletakkan di bawah mikroskop dengan perbesaran 10x10 dan 40x10. Penghitungan sel darah merah mencit dengan mengencerkan darah dengan larutan Hayem sebesar 200 kali, kemudian dilakukan penghitungan jumlah sel darah merah (eritrosit) dengan menggunakan hemasitometer. Hemasitometer diletakkan di bawah mikroskop dengan perbesaran 10x10 dan 40x10. Kadar hemoglobin diukur dengan menggunakan metode sianmethemoglobin. Metode ini berdasarkan pada pencampuran darah dalam larutan yang mengandung kalium sianida dan kalium ferisianida. Absorban dari campuran ini diukur dengan spektrofotometer pada panjang gelombang 541 nm (Dacie dan Lewis, 1991). Nilai hematokrit ditentukan dengan menggunakan metode mikrohematokrit menurut Sulistyono (2007) yaitu darah dimasukkan ke dalam pipa kapiler dengan cara memasukkan ujung pipa kapiler ke dalam sampel darah. Darah dibiarkan mengalir masuk ke dalam pipa kapiler sampai 2/3 bagian pipa kapiler terisi. Setelah itu pipa kapiler disumbat dengan lilin penyumbat, kemudian dilakukan sentrifugasi dengan mikrosentrifus selama 5 menit pada kecepatan 12000 rpm. Bagian yang tersumbat diletakkan menjauhi pusat sentrifugasi dan pembacaan dilakukan dengan menggunakan alat *microhematocrit reader*.

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

Berat Badan Mencit

Mencit dipelihara selama 3 bulan di luar masa adaptasi selama 7 hari, perlakuan dengan paparan obat nyamuk bakar mulai hari ke-1 sampai hari ke-120. Pengamatan fisik mencit yang diamati meliputi bobot badan, nafsu makan, keadaan fisik, dan tingkah laku. Hasil pengaruh paparan obat nyamuk bakar (berbahan ekstrak daun permot dan transflutrin) terhadap berat badan mencit terdapat pada Gambar 1.

Berat badan mencit terus mengalami kenaikan selama masa adaptasi dan masa perlakuan paparan obat nyamuk bakar berbahan ekstrak daun permot hingga dosis 3000 ppm. Namun berat badan mencit mengalami penurunan selama masa perlakuan paparan obat nyamuk bakar berbahan ekstrak daun permot dosis 4000 ppm dan transflutrin 2500 ppm. Berdasarkan analisis statistik menggunakan *one-way* Anova tidak terdapat beda nyata antara kelompok kontrol dan kelompok perlakuan ($p>0.05$). Hal ini berarti bahwa bahan kimia yang terdapat di dalam obat nyamuk bakar berbahan ekstrak daun permot berbahan ekstrak daun permot dosis 4000 ppm dan transflutrin 2500 ppm dapat mempengaruhi nafsu makan mencit.



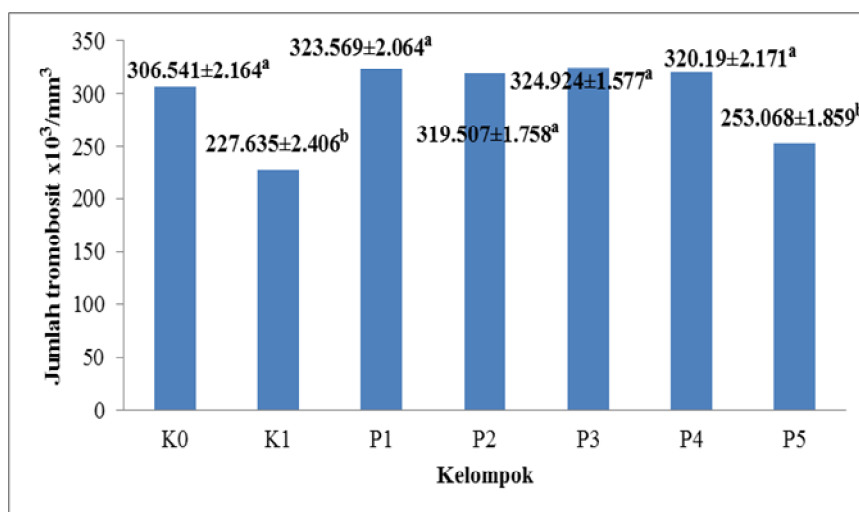
Gambar 1. Grafik berat badan mencit pada kelompok kontrol dan perlakuan paparan obat nyamuk bakar (K₀ : tanpa paparan, K₁ : transflutrin 2500 ppm, P₁ : permot 500 ppm, P₂ : permot 1000 ppm, P₃ : permot 2000 ppm, P₄ : permot 3000 ppm, P₅ : permot 4000 ppm)

Analisis Hematologi Darah Mencit

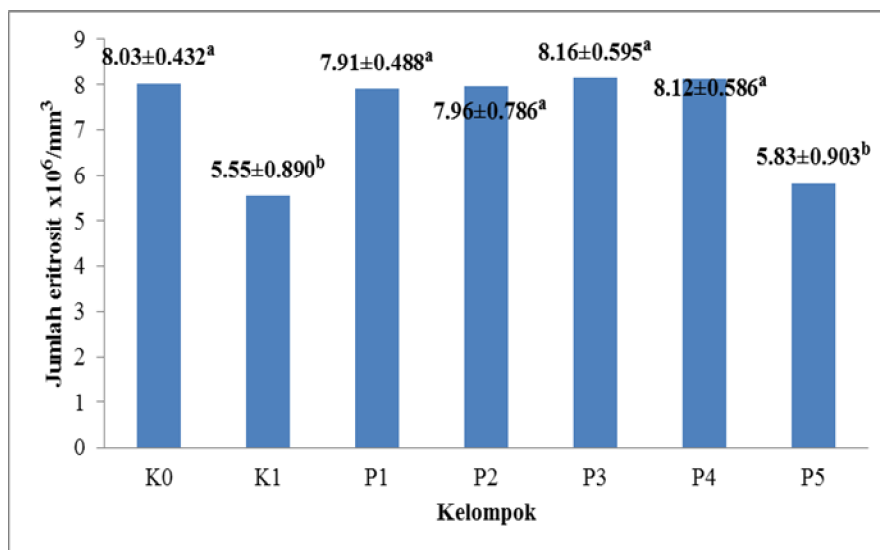
Hasil analisis jumlah trombosit selama masa percobaan mengalami penurunan dan peningkatan berdasarkan dosis paparan paparan obat nyamuk bakar. Gambar 2 menunjukkan terjadinya penurunan jumlah trombosit pada mencit yang terpapar obat nyamuk bakar berbahan ekstrak daun permot dosis 4000 ppm dan transflutrin 2500 ppm kecuali kelompok tanpa paparan obat nyamuk bakar dan kelompok paparan obat nyamuk bakar berbahan ekstrak daun permot hingga dosis 3000 ppm. Penurunan jumlah trombosit diduga akibat paparan obat nyamuk bakar yang mengandung bahan kimia aktif ekstrak daun permot dan transflutrin yang bersifat toksik, antara lain ermanin, harmalin dan harmin yang terdapat pada ekstrak daun permot.

Hasil uji statistik terhadap kelompok kontrol tanpa paparan obat nyamuk bakar maupun dengan paparan obat nyamuk bakar berbahan ekstrak daun permot hingga dosis 3000 ppm menunjukkan jumlah trombosit yang tidak beda nyata ($p>0.05$) dibandingkan dengan paparan obat nyamuk bakar berbahan ekstrak daun permot 4000 ppm dan transflutrin 2500 ppm.

Hasil analisis jumlah sel darah merah dari sampel darah mencit dapat dilihat pada Gambar 3. Selama masa paparan obat nyamuk bakar, jumlah sel darah merah kelompok paparan obat nyamuk bakar berbahan ekstrak daun permot dosis 4000 ppm dan transflutrin 2500 ppm cenderung mengalami penurunan bila dibandingkan dengan jumlah sel darah merah kelompok kontrol tanpa paparan obat nyamuk dan kelompok paparan obat nyamuk bakar berbahan ekstrak daun permot hingga dosis 3000 ppm.



Gambar 2. Jumlah trombosit mencit pada kelompok kontrol dan perlakuan paparan obat nyamuk bakar (K_0 : tanpa paparan, K_1 : transflutrin 2500 ppm, P_1 : permot 500 ppm, P_2 : permot 1000 ppm, P_3 : permot 2000 ppm, P_4 : permot 3000 ppm, P_5 : permot 4000 ppm)

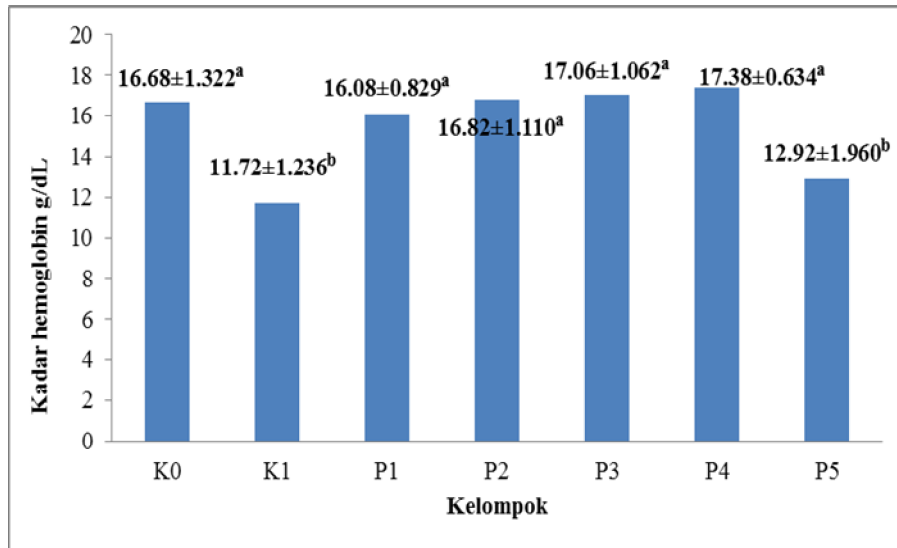


Gambar 3. Jumlah sel darah merah (eritrosit) mencit pada kelompok kontrol dan perlakuan paparan obat nyamuk bakar (K_0 : tanpa paparan, K_1 : transflutrin 2500 ppm, P_1 : permot 500 ppm, P_2 : permot 1000 ppm, P_3 : permot 2000 ppm, P_4 : permot 3000 ppm, P_5 : permot 4000 ppm)

Hasil uji statistik terhadap kelompok kontrol tanpa paparan obat nyamuk bakar maupun dengan paparan obat nyamuk bakar berbahan ekstrak daun permot hingga dosis 3000 ppm menunjukkan jumlah sel darah merah yang tidak beda nyata ($p > 0.05$) dibandingkan dengan paparan obat nyamuk bakar berbahan ekstrak daun permot 4000 ppm dan transflutrin 2500 ppm.

Kadar hemoglobin mencit selama masa percobaan dapat dilihat pada Gambar 4. Selama masa perlakuan paparan obat nyamuk bakar selama 3 bulan, kadar hemoglobin kelompok paparan obat nyamuk bakar berbahan ekstrak daun permot dosis 4000 ppm dan transflutrin 2500 ppm mengalami penurunan yang beda nyata ($p < 0.05$) bila dibandingkan dengan kadar hemoglobin pada kelompok kontrol tanpa paparan obat nyamuk dan kelompok paparan obat nyamuk bakar berbahan ekstrak daun permot hingga dosis 3000 ppm. Penurunan jumlah eritrosit akan berakibat penurunan terhadap jumlah hemoglobin.

Sel darah merah yang matang mengandung $\pm 95\%$ hemoglobin.

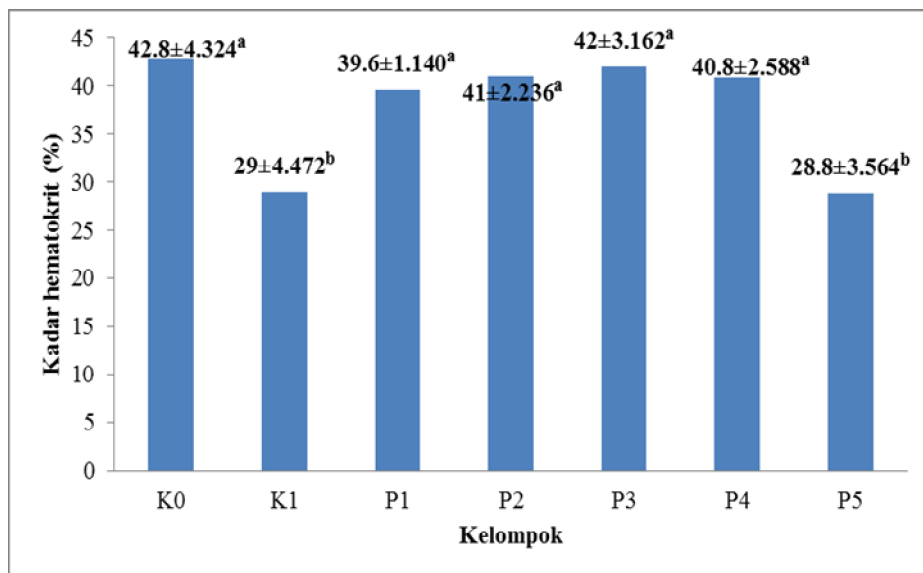


Gambar 4. Kadar hemoglobin mencit pada kelompok kontrol dan perlakuan paparan obat nyamuk bakar (K₀ : tanpa paparan, K₁ : transflutrin 2500 ppm, P₁ : permot 500 ppm, P₂ : permot 1000 ppm, P₃ : permot 2000 ppm, P₄ : permot 3000 ppm, P₅ : permot 4000 ppm)

Penurunan kadar hemoglobin berbanding lurus dengan penurunan jumlah sel darah merah. Sekitar 30% isi sel darah merah terdiri atas zat warna merah darah, yaitu hemoglobin (Ernst, 1991). Penurunan jumlah hemoglobin setelah paparan obat nyamuk bakar berbahan ekstrak daun permot dosis 4000 ppm dan transflutrin 2500 ppm diduga karena obat nyamuk bakar keduanya mengandung bahan kimia yang bersifat toksik yang dapat menyebabkan kerusakan sel darah merah yang selanjutnya juga akan mempengaruhi kadar hemoglobin mencit.

Nilai hematokrit mencit selama masa percobaan dapat dilihat pada Gambar 5. Gambar 5 menunjukkan bahwa selama masa paparan obat nyamuk bakar hingga 3 bulan lamanya, nilai hematokrit mengalami penurunan yang signifikan ($p < 0.05$) terutama pada kelompok paparan obat nyamuk bakar berbahan ekstrak daun permot dosis 4000 ppm dan transflutrin 2500 ppm. Hal ini dapat disebabkan karena bahan aktif di dalam kedua jenis obat nyamuk bakar tersebut pada dosis tinggi bersifat toksik dan berulang sehingga dapat menurunkan kadar hematokrit, seperti halnya pada kadar hemoglobin. Penurunan jumlah

sel darah merah dapat diakibatkan oleh kerusakan perifer dari elemen selular darah.



Gambar 5. Kadar hematokrit mencit pada kelompok kontrol dan perlakuan paparan obat nyamuk bakar (K₀ : tanpa paparan, K₁ : transflutrin 2500 ppm, P₁ : permot 500 ppm, P₂ : permot 1000 ppm, P₃ : permot 2000 ppm, P₄ : permot 3000 ppm, P₅ : permot 4000 ppm)

Menurut Guyton dan Hall (1997), jumlah sel darah merah dan ukuran sel dapat mempengaruhi nilai hematokrit. Selain itu, nilai hematokrit dapat dipengaruhi oleh kenaikan derajat aktivitas tubuh, anemia, dan ketinggian lokasi. Variasi nilai hematokrit juga dapat dipengaruhi oleh ruang vaskuler darah dimana contoh darah diambil. Terjadinya penurunan jumlah sel darah merah diakibatkan karena keadaan tekanan pembuluh darah oleh bahan toksik yang terdapat di dalam ekstrak daun permot maupun transflutrin, sehingga menyebabkan stres oksidatif pada mencit selama diberi paparan obat nyamuk bakar. Selain itu paparan asap obat nyamuk bakar pada mencit juga dapat menyebabkan hipoksia oleh karena kadar oksigen dalam udara sekitar ruangan mencit menurun akibat adanya asap obat nyamuk bakar baik yang berbahan ekstrak daun permot maupun transflutrin. Asap obat nyamuk dikategorikan sebagai salah satu sumber polusi udara di dalam ruangan (Departemen Kesehatan RI, 2008). Asap obat nyamuk bakar merupakan polutan berupa karbondioksida (CO₂), karbonmonoksida (CO), NO, NO₂, dan NH₃ (Nahsiah, 2003). Karbonmonoksida adalah salah satu polutan gas terbanyak yang

dihasilkan dari pembakaran obat nyamuk bakar. CO mampu berikatan dengan Hemoglobin (Hb) darah sebesar 250 kali lebih cepat dibandingkan O₂, yang mana dari ikatan tersebut akan membentuk CarboxyHemoglobin (COHb) yang berakibat menghalangi fungsi Hb dalam mendistribusikan oksigen ke seluruh sel tubuh. Akibatnya jaringan tubuh tidak mendapat aliran oksigen yang cukup. Kandungan bahan aktif dalam obat nyamuk yaitu transflutrin dan ekstrak daun permot (harmalin, harmin dan ermanin) diduga dapat mengikat O₂ sehingga kadar O₂ didalam udara semakin berkurang.

Mustika pada tahun 2013 menyatakan bahwa karbonmonoksia dapat mengganggu fungsi hemoglobin dalam membawa oksigen ke organ-organ vital dan jaringan lain seperti jantung, otak dan otot yang selanjutnya dapat menyebabkan timbulnya stress terhadap organ-organ tersebut.

Dawn dkk. (2000) dan Narendra dkk.(2008) menyatakan bahwa semakin banyak asap obat nyamuk bakar yang masuk ke dalam tubuh akan menyebabkan semakin tinggi pula konsumsi oksigen. Hal ini mencerminkan pemakaian cepat oksigen (*respiratory burst*) dan pembentukan sejumlah besar *reactive oxygen species* (ROS) yang dapat menjadi inisiator/pencetus reaksi berantai yang membentuk peroksida lemak (OOH). Peroksida lemak yang terjadi pada eritrosit merusak struktur molekul lemak dan menyebabkan penurunan persentase lemak seperti kolesterol dan fosfolipid pada lapisan ganda lemak membran sel serta mengakibatkan peningkatan permeabilitas sel sehingga molekul seperti, Na⁺, Ca²⁺, H₂O dan lain-lain yang berada diluar sel dapat masuk secara besar-besaran dan menyebabkan pembengkakan sel, menurunnya integritas membran sel bahkan sampai menyebabkan sel eritrosit lisis dan hemoglobin terbebas. Hemolisis yang terus menerus dapat mengakibatkan kadar hemoglobin rendah dan menyebabkan anemia. Narendra dkk. (2008) dalam penelitiannya membuktikan adanya penurunan persentase kolesterol dan fosfolipid yang signifikan pada membran eritrosit laki-laki setelah pemaparan piretroid selama 7 tahun. Hal ini bisa disebabkan banyak faktor diantaranya perbedaan zat kimia yang ada di dalam ekstrak daun permot selain harmalin, harmin dan ermanin.

SIMPULAN DAN SARAN

Dari hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa paparan obat nyamuk bakar berbahan ekstrak daun permot hingga dosis 3000 ppm tidak menyebabkan perubahan

atau penurunan jumlah sel darah merah, jumlah trombosit, kadar hemoglobin dan kadar hematokrit menciit.

DAFTAR PUSTAKA

- Dacie, S.J.V., Lewis, S.M. 1991. Practical haematology. New York: Churchill Livingstone.
- Dawn, B. M., Allan, D. M., Collen. S. M. 2000. Biokimia dedokteran dasar. EGC: Jakarta; hal 321-358.
- Departemen Kesehatan RI. 2008. Pedoman pengendalian penyakit paru obstruktif kronik. Keputusan Menteri Kesehatan Republik Indonesia, Nomor 1022/MENKES/SK/XI/2008.
- Echeverri, F., Arango, V., Quinones, W., Torres, F., Escobar, G., Rosero, Y., Archbold, R. 2001. Passifloricins, polyketides alpha-pyrone from *Passiflora foetida* resin. *Phytochemistry*, 56(8) : 881-885.
- Guyton, A.C., Hall, J.E. 1997. Buku ajar fisiologi kedokteran. Setiawan, I., Tengadi, K.A., Santoso, A., penerjemah. Jakarta: EGC. Terjemahan dari: *Textbook of Medical Physiology*.
- Metcalf, R.L., Luckmann, W.H. 1982. Introduction to insect pest management. New York : John Wiley and Sons.
- Nashibah. 2003. Jangan asal semprot [Internet] [sitasi 14 Maret 2013]. Didapat dari : <http://www.kompas.com/kesehatan/news/htm>.
- Narendra, M., Kavitha, G., Padmavathi, P. 2008. Alletrin induced biochemical changes and properties of human erythrocyte. *African Journal Of Biochemistry Research*, 2(1) : 24-29.
- Sulistyo, A. 2007. Kadar hemoglobin dan nilai hematokrit tikus putih dalam kondisi demam dan diberi ekstrak etanol biji duku. *Skripsi*. Bogor: Fakultas Kedokteran Hewan, Institut Pertanian Bogor.
- Susilowati, R.P. 2016. Uji toksisitas obat nyamuk bakar herbal berbahan ekstrak daun permot (*Passiflora foetida*) : kajian histopatologis hati dan ginjal menciit. Prosiding Seminar Nasional Pendidikan Biologi dan Saintek Universitas Muhammadiyah Surakarta. Hal. 214-220.
- Syahputra, E. 2001. Hutan Kalbar sumber pestisida botani : dulu, kini dan kelak. Diakses dari <http://rudycr.tripod.com>.
- Wolfman, C., Viola, H., Paladini, A.C., Dajas, D., Medina, J.H. (1994). Possible anxiolytic effects of chrysin, a central benzodiazepine receptor ligand isolated from *Passiflora coerulea*. *Pharmacology Biochemistry and Behavior*, 47 : 1-4.

PEMANFAATAN PROBIOTIK BAKTERI ASAM LAKTAT *Streptococcus thermophilus* DARI SALURAN PENCERNAAN IKAN TERHADAP KADAR KOLESTEROL DAGING AYAM BROILER

Astuti, Siti Umniyatie, Ana Rakhmawati, Evy Yullianti

Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
Universitas Negeri Yogyakarta

Abstrak

Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh pemberian probiotik isolat BAL *Streptococcus thermophilus* dari limbah ikan terhadap kadar kolesterol daging ayam broiler. Materi penelitian ini adalah ayam broiler jantan Strain Hubart produksi PT Multi Breeder Adirama sebanyak 40 ekor umur 1 hari.

Probiotik perlakuan isolat Bakteri Asam Laktat (BAL) yang digunakan dalam penelitaian ini adalah bakteri *Streptococcus thermophilus* dalam bentuk *freeze drying* yang berasal dari Laboratorium Biokimia Nutrisi, Fakultas Peternakan, UGM. Perlakuan I sebagai control (tanpa BAL) perlakuan II jumlah BAL adalah 10^6 CFU/ml, perlakuan III jumlah BAL adalah 10^7 CFU/ml, perlakuan IV jumlah sel BAL adalah 10^8 CFU/ml. Pengambilan data kadar kolesterol daging dilakukan pada akhir penelitian. Data yang diambil meliputi: kadar kolesterol daging ayam broiler.

Hasil penelitian: perlakuan pemberian bakteri asam laktat *Streptococcus thermophilus* menyebabkan menurunnya kadar kolesterol daging ayam broiler secara signifikan.

Kata kunci : Bakteri Asam Laktat, Kolesterol, Ayam Broiler.

PENDAHULUAN

Latar Belakang

Dewasa ini kesadaran masyarakat terhadap kesehatan semakin meningkat. Seiring dengan bertambahnya Ilmu Pengetahuan dan Tehnologi menyebabkan kesadaran untuk menjaga kesehatan semakin meningkat . Biaya berobat yang mahal menyebabkan masyarakat lebih mengutamakan upaya preventif untuk mencegah sakit. Salah satu penyakit yang ditakuti adalah penyakit jantung koroner. Penyakit ini merupakan penyakit nomor satu di negara maju maupun di

sekelompok masyarakat menengah keatas di negara berkembang.

Menurut para ahli kesehatan terdapat korelasi positif antara kadar kolesterol dalam darah dengan resiko terkena penyakit jantung koroner. Akumulasi kolesterol pada dinding pembuluh darah dapat menyebabkan penyempitan arteri dan beresiko menyebabkan aterosklerosis. Aterosklerosis inilah yang menyebabkan penyakit jantung koroner. Pencegahan timbulnya penyakit jantung koroner dapat dilakukan dengan mengurangi konsumsi bahan pangan yang berkolesterol tinggi atau mengonsumsi bahan pangan dengan kolesterol rendah . Bahan pangan hewani seperti susu, telur, daging dan hasil olahannya umumnya mempunyai kadar kolesterol tinggi. Kandungan kolesterol tinggi di dalam bahan makanan telah dikaitkan oleh konsumen sebagai salah satu penyebab penyakit jantung koroner, oleh karena itu sebagian konsumen cenderung membatasi konsumsi kolesterol antara lain dengan mengonsumsi produk hewani yang berkolesterol rendah. Jika kandungan kolesterol dalam bahan pangan hewani dapat dikurangi, maka formulasi dan penggunaan produk hewani yang bergizi tinggi dalam diet dapat diatasi.

Kolesterol merupakan sterol utama dalam tubuh manusia (Montgomery, 1993). Kolesterol merupakan senyawa hasil metabolisme hewan dan banyak tersimpan pada daging, hati, otak dan telur. Walaupun kolesterol memberikan efek negatif jika dikonsumsi secara berlebihan, kolesterol juga memiliki peran yang penting bagi tubuh. Kolesterol memiliki peran fungsional bagi tubuh yaitu sebagai prekursor senyawa steroid (kortikosteroid, hormon seks, asam empedu, dan vitamin D), dan komponen struktural pembentuk membran sel serta lapisan eksternal lipoprotein plasma (Mayes, 1999).

Pengaruh bakteri probiotik terhadap penurunan kadar kolesterol diduga karena kemampuannya dalam mengassimilasi kolesterol dan mendeconjugasi garam empedu (Gilliland and Speek, 1977: Gilliland *et al.*, 1985). Bakteri asam laktat yang mempunyai kemampuan spesifik akan efektif apabila dapat bertahan dengan kondisi yang ada dalam saluran pencernaan. Oleh karena itu strain dari Bakteri Asam Laktat tersebut harus tahan terhadap garam empedu dan kondisi pH lambung (pH 1-2) apabila dikonsumsi. Strain BAL yang potensial yang akan dikomersialkan sebagai produk probiotik harus memiliki viabilitas yang tinggi dan stabil selama prosesing. Beberapa proses produksi menggunakan *freeze drying* maupun *spray drying* seringkali menyebabkan terjadinya penurunan

viabilitas sel sehingga dapat mempengaruhi produk yang dihasilkan (bio massa sel BAL).

Pemberian probiotik pada ayam akan memberikan dampak positif, yaitu dapat memperbaiki kesehatan atau produktifitas ayam, mengubah komponen dan keseimbangan mikroflora dalam saluran pencernaan ayam. (Hasson, 1999). Panda *et al* (2003) melaporkan pemberian probiotik (probiolac pada taraf 100 mg/kg ransum) dapat memperbaiki produksi telur, berat kerabang dan tebal kerabang telur serta menurunkan kadar kolesterol pada kuning telur. Grunewald (1982) meneliti bahwa pemberian susu skim yang difermentasi dengan *Lactobacillus acidophilus* dapat menurunkan level serum kolesterol.

Penelitian ini untuk mengetahui pengaruh pemberian isolat BAL dari limbah ikan sebagai probiotik yang diberikan pada ayam broiler melalui air minum dengan cara diminumkan menggunakan spet dengan jumlah 1,5 ml per oral terhadap penurunan kadar kolesterol daging ayam broiler. Disamping itu dengan adanya penelitian ini diharapkan nantinya akan terwujud suatu usaha peternakan ayam broiler yang lebih sehat karena kandungan kolesterolnya tidak terlalu tinggi. Penelitian ini diharapkan juga dapat bermanfaat untuk perkembangan Ilmu Pengetahuan di bidang peternakan.

Penelitian dilakukan untuk mengetahui pengaruh pemberian probiotik pada ayam broiler terhadap kadar kolesterol daging ayam broiler. Manfaat yang dapat diambil dari penelitian ini adalah diperolehnya strain bakteri asam laktat terpilih yang mampu berperan sebagai probiotik dan dapat menurunkan kolesterol daging ayam broiler.

METODE PENELITIAN

Pelaksanaan pemeliharaan

Kandang dan peralatannya sebelum digunakan untuk penelelitian terlebih dahulu disucikan dengan menggunakan brocid. Vaksinasi dilakukan 2 kali yaitu vaksinasi ND-1 pada umur 3 hari dan ND-2 pada umur 20 hari. Pakan disusun berdasarkan hasil pertimbangan dari tabel komposisi bahan menurut NRC (1994) sebagaimana dapat dilihat pada Tabel 1. Pakan dan air minum diberikan 2 kali sehari yaitu pada pukul 07.00 dan pukul 15.30 WIB. Probiotik diberikan setiap sore hari melalui air minum dengan cara diminumkan menggunakan spet dengan jumlah 1,5 ml per oral.

Lokasi dan waktu penelitian

Penelitian ini dilaksanakan selama 35 hari di kandang ternak unggas

Laboratorium Biokimia Nutrisi, Jurusan Nutrisi dan Makanan Ternak, Fakultas Peternakan Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta mulai 1 Oktober sampai 15 Oktober 2005. Analisis kadar kolesterol daging dilaksanakan di Laboratorium Biokimia Nutrisi, Jurusan Nutrisi dan Makanan Ternak, Fakultas Peternakan, Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta.

Rancangan Penelitian

Model rancangan yang digunakan dalam penelitian ini adalah rancangan acak lengkap pola searah. Ayam broiler sebanyak 40 ekor dibagi menjadi 4 kelompok perlakuan setiap perlakuan diulang 10 kali setiap ulangan menggunakan 1 ekor ayam.

Data yang dikumpulkan

Pengambilan data untuk kadar kolesterol daging dilakukan pada akhir penelitian. Persentase kolesterol daging diperoleh dengan metode Lieberman Bunchad. Pengambilan daging ayam broiler *strain lohman* perlakuan dilakukan setelah ayam disembelih. Daging ayam yang diambil pada bagian dada, tepatnya di daerah sternum. Daging tubuh inilah terdapat sebagian besar daging ayam broiler, terutama daging dibagian dadanya yang terbaik (Rasyaf, 1994 : 35).

Teknik Analisis Data

Data yang diperoleh dianalisis varian yaitu *Completely Randomized Design* (CRD). Apabila ada perbedaan diuji dengan *Duncan's Multiple Range Test* (DMRT).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Kadar Kolesterol Daging

Setelah 35 hari seluruh ayam dipotong untuk diambil dagingnya. Daging ayam yang diambil adalah pada bagian dada. Hasil analisis statistik diketahui pengaruh pemberian probiotik BAL terhadap kandungan kolesterol daging dapat dilihat pada tabel 1.

Tabel 1. Kadar Kolesterol

	Perlakuan				Signifi kanly
	R-0	R-1	R-2	R-3	
Kadar kolesterol daging(mg/100 g)	173,8 ^b	153,5 ^{ab}	143,02 ^{ab}	127,9 ^a	*

^{ab} superskrip yang berbeda pada baris yang sama menunjukkan perbedaan yang nyata ($P < 0,05$)

^{ns} non significant

R0 : Kelompok tanpa pemberian bakteri asam laktat (sebagai kontrol)

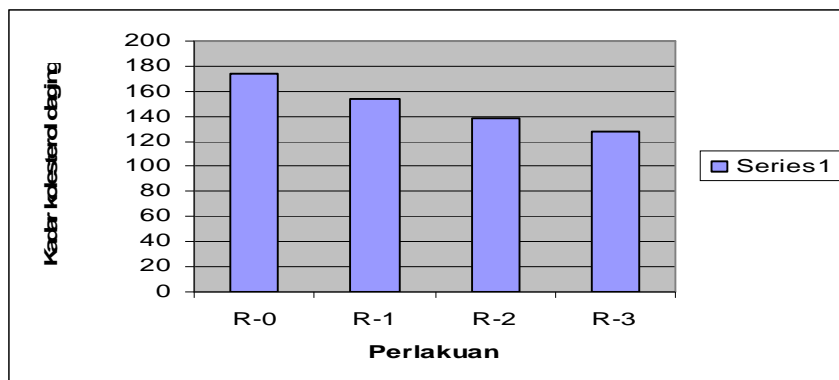
R1 : Kelompok yang diberi dosis bakteri asam laktat sebesar 10^6 CFU/ml

R2 : Kelompok yang diberi dosis bakteri asam laktat sebesar 10^7 CFU/ml

R3 : Kelompok yang diberi dosis bakteri asam laktat sebesar 10^8 CFU/ml

Kadar kolesterol daging

Dapat dilihat bahwa kadar kolesterol daging ayam broiler hasilnya berbeda nyata ($P < 0,05$). Kadar kolesterol pada R-1, R-2, R-3 turun secara signifikan ($P < 0,05$) jika dibandingkan dengan kontrol.



Gambar 1. Grafik Kadar Kolesterol Daging

Berdasarkan Gambar 1, penurunan kadar kolesterol daging tertinggi yaitu perlakuan R-3, yaitu pemberian BAL 10^8 CFU/ml yaitu sebesar 127,9 diikuti perlakuan R-2 pemberian BAL 10^7 CFU/ml sebesar 143,02 kemudian baru perlakuan R-1 pemberian BAL 10^6 CFU sebesar 153,5. Hal ini sesuai dengan penelitian dari Lestari Arsanti (2004), yaitu penelitian mengenai efek hipokolesterolemik yogurt yang disuplemenisasi probiotik *Indigenous* pada tikus hasilnya bisa menurunkan kadar kolesterol darah sampai 36,14%.

Beberapa peneliti mengusulkan mekanisme penurunan kolesterol oleh bakteri probiotik, diantaranya: asimilasi kolesterol, dekonjugasi asam empedu.

Penurunan kolesterol oleh biomassa sel *S. thermophilus* pada penelitian ini diduga secara tidak langsung karena terjadinya dekonjugasi garam empedu.

Dari tabel 2 dapat dilihat bahwa kadar kolesterol daging ayam broiler hasilnya berbeda nyata ($P < 0,05$). Kadar kolesterol pada R-1, R-2, R-3 turun secara signifikan ($P < 0,05$) jika dibandingkan dengan kontrol. Penurunan kadar kolesterol daging tertinggi yaitu perlakuan R-3, yaitu pemberian asam laktat 10^8 CFU/ml yaitu sebesar 127,9 diikuti perlakuan R-2 pemberian asam laktat 10^7 CFU/ml sebesar 143,02 kemudian baru perlakuan R-1 pemberian asam laktat 10^6 CFU sebesar 153,5. Beberapa peneliti mengusulkan mekanisme penurunan kolesterol oleh bakteri probiotik, diantaranya : asimilasi kolesterol, dekonjugasi asam empedu. Penurunan kolesterol oleh biomassa sel *Streptococcus thermophilus* pada penelitian ini diduga secara tidak langsung karena terjadinya dekonjugasi garam empedu. Pada mekanisme secara tidak langsung, empedu yang sampai ke ileum dan cecum akan didekonjugasi oleh

Streptococcus thermophilus dan membentuk asam empedu primer. Dekonjugasi terjadi karena adanya enzim *bile salt hidrolase* yang dihasilkan bakteri ini. Asam empedu primer akan mengalami dehidroksilasi menjadi asam empedu sekunder dan dikeluarkan bersama feses. Semakin tinggi aktivitas enzim *bile salt hidrolase* dalam mendekonstruksi asam empedu, semakin banyak asam empedu yang akan dikeluarkan. Tubuh akan membentuk asam empedu baru untuk menggantikan asam empedu yang dikeluarkan. Pembentukan asam empedu baru ini membutuhkan kolesterol sebagai prekursor sehingga level kolesterol serum akan menurun.

Hasil ini didukung oleh penelitian yang dilakukan Rodas dkk (1996) pada babi hiperkolesterol. Hasil penelitiannya menunjukkan bahwa pemberian *Lactobacillus acidophilus* dapat menurunkan kolesterol serum lebih besar dibanding tanpa pemberian bakteri ini. Taranto dkk (1998) mengemukakan bahwa pemberian *Lactobacillus reuteri* CRL 1098 pada tikus hiperkolesterol dapat menurunkan kolesterol serum sebesar 38%. Penemuan ini kemungkinan disebabkan dekonjugasi asam empedu. Usman dan Hasono (2000) juga melaporkan adanya penurunan kolesterol serum pada tikus yang diberi susu yang disuplementasikan dengan *Lactobacillus gasseri* SBT 0270 (non fermentasi) karena terjadinya dekonjugasi garam empedu.

Hasil penelitian terhadap ayam yang diberi probiotik *S. thermophilus* sebesar 10^8 CFU/ml menunjukkan kadar kolesterol daging dan kadar kolesterol darah paling rendah dibandingkan dengan R 0 dan R 1 ,R 2 . . Hal ini diduga karena adanya jumlah sel yang lebih banyak pada kelompok ini (10^8 cfu/ml)). Semakin banyak asupan sel probiotik, semakin banyak pula sel yang dapat

bertahan melewati saluran pencernaan sampai ke usus besar sehingga level kolesterol daging.

Penggunaan bakteri asam laktat sebagai probiotik merupakan salah satu pendekatan yang potensial untuk menurunkan kolesterol. Berdasarkan hasil-hasil penelitian sebelumnya, diketahui bahwa mengkonsumsi produk-produk fermentasi yang mengandung bakteri asam laktat dapat menurunkan kadar kolesterol baik pada hewan maupun manusia (Akalin *et al*, 1997).

Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa dengan pemberian bakteri asam laktat dapat menurunkan kadar kolesterol darah ayam broiler. Hal ini dapat terjadi karena bakteri asam laktat mempunyai kemampuan untuk melakukan dekonjugasi garam empedu.

Pada mekanisme dekonjugasi garam empedu, penurunan kolesterol terjadi secara tidak langsung dan terjadi selama siklus enterohepatik. Pada mekanisme ini diterangkan bahwa kolesterol merupakan komponen penyusun asam empedu sehingga katabolisme dan pengeluaran asam empedu bersama feses akan berakibat pada penurunan kadar kolesterol.

Dekonjugasi asam empedu dapat memacu penurunan kadar kolesterol daging dengan menaikkan pembentukan asam empedu baru yang dibutuhkan untuk mengganti yang hilang selama sirkulasi enterohepatik, dimana pembentukannya memerlukan kolesterol sebagai prekursor. Dengan demikian siklus ini akan berlangsung terus, sehingga katabolisme kolesterol semakin cepat dan akhirnya dapat mengurangi penumpukan kolesterol.

Dekonjugasi asam empedu ini terjadi karena bakteri asam laktat mempunyai enzim *bile salt hidrolase*. Enzim ini mengkatalisa reaksi hidrolisa asam empedu terkonjugasi dan menghasilkan asam empedu bebas dan asam amino. Enzim ini mendapat banyak perhatian karena mempunyai potensi sebagai penurun kolesterol (Gilliland, 1999).

Pada penelitian ini terlihat bahwa perlakuan pemberian bakteri asam laktat 10^7 cfu/ml (R2) dan pemberian bakteri asam laktat 10^8 cfu/ml (R3) mampu menurunkan kolesterol secara nyata. Hal ini mungkin disebabkan karena jumlah sel yang diberikan pada perlakuan R2 dan R3 lebih banyak yaitu 10^7 cfu/ml dan 10^8 cfu/ml dibanding perlakuan R1 yang hanya 10^6 cfu/ml. Jumlah sel yang lebih banyak sangat menentukan terjadinya penurunan kolesterol. Dapat dikatakan bahwa pada penelitian ini yang paling efektif untuk menurunkan kolesterol adalah pada perlakuan R3 yaitu dengan jumlah sel yang paling banyak 10^8 cfu/ml. Semakin banyak intake sel probiotik, maka semakin banyak pula yang dapat bertahan melewati saluran pencernaan dan sampai di usus besar karena di usus besar inilah terjadi proses dekonjugasi garam empedu.

Kemampuan bakteri asam laktat untuk melakukan dekonjugasi garam empedu menunjukkan bahwa bakteri yang diteliti berpotensi sebagai probiotik yang dapat menurunkan kadar kolesterol. Seperti yang dijelaskan oleh Tanaka (1999) bahwa kemampuan untuk melakukan dekonjugasi garam empedu merupakan mekanisme utama penurunan kadar kolesterol. Penurunan kadar kolesterol yang terjadi akibat dari dekonjugasi garam empedu ini terjadi di saluran pencernaan dan di dalam tubuh ayam.

Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa dengan pemberian bakteri asam laktat dapat menurunkan kadar kolesterol daging ayam broiler. Hal ini dapat terjadi karena bakteri asam laktat mempunyai kemampuan asimilasi kolesterol dan mendeonjugasi garam empedu. Kedua fenomena inilah yang menjadikan bakteri asam laktat mampu menurunkan kadar kolesterol daging.

Pada mekanisme asimilasi kolesterol, proses ini terjadi secara langsung. Pada proses ini terjadi pengikatan kolesterol oleh bakteri, sehingga sejumlah kolesterol tidak akan tersedia di usus untuk di absorpsi ke dalam darah. Sebagian kolesterol yang terasimilasi bergabung dengan membran sel bakteri (Buck *et al*, 1994). Sementara itu Gilliland (1998) menambahkan bahwa kolesterol tidak hanya bergabung dengan membran sel tetapi juga terabsorpsi sampai ke permukaan sel. Asimilasi kolesterol ke dalam membran sel meningkatkan ketahanan sel terhadap lisis. Asimilasi kolesterol oleh bakteri menyebabkan kolesterol tidak dapat diserap oleh tubuh sehingga akan dikeluarkan bersama feses.

Sementara itu pada mekanisme dekonjugasi garam empedu, penurunan kolesterol terjadi secara tidak langsung dan terjadi selama siklus enterohepatik. Pada mekanisme ini diterangkan bahwa kolesterol merupakan komponen penyusun asam empedu sehingga katabolisme dan pengeluaran asam empedu bersama feses akan berakibat pada penurunan kadar kolesterol. Asam empedu utama yang disintesis dari kolesterol di hati adalah asam kholat dan asam kenodeoksikolat. Kedua asam empedu tersebut dapat berkonjugasi dan dapat pula mengalami dekonjugasi. Asam empedu primer ini berkonjugasi dengan glisin dan taurin dan disimpan dalam bentuk asam empedu terkonjugasi di dalam empedu untuk disekresi bertahap pada saluran pencernaan. Asam empedu terkonjugasi disekresikan ke dalam usus halus untuk membantu absorpsi lemak, kolesterol dan vitamin larut lemak. Dalam ileum dan caecum, asam empedu terkonjugasi akan di dekonjugasi oleh bakteri membentuk lithokolat dan deoksikolat. Sebanyak $\pm 97\%$ asam empedu terkonjugasi di absorpsi dari usus halus dan di kembalikan ke hati oleh sirkulasi portal hepatic. Sejumlah kecil garam empedu (250-400 mg) yang tidak diabsorpsi dalam proses ini akan hilang dan keluar bersama feses sebagai asam empedu bebas. Sifat asam empedu bebas diantaranya kurang larut dan

kurang dapat diabsorpsi oleh lumen usus dibanding asam empedu terkonjugasi. Dekonjugasi asam empedu dapat memacu penurunan serum kolesterol dengan menaikkan pembentukan asam empedu yang baru yang dibutuhkan untuk mengganti yang hilang selama sirkulasi enterohepatik, dimana pembentukannya memerlukan kolesterol sebagai prekursor. Dengan demikian siklus ini akan berlangsung terus, sehingga katabolisme kolesterol semakin cepat dan akhirnya dapat mengurangi penumpukan kolesterol.

SIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa pemberian probiotik bakteri asam laktat dari limbah ikan pada ayam broiler:

Pemberian probiotik bakteri asam laktat *Streptococcus thermophilus* dari saluran pencernaan ikan dapat menurunkan kadar kolesterol daging yaitu pada perlakuan R-3 dengan dosis Bal 10^8 CFU/ml.

DAFTAR PUSTAKA

- Corzo, G., S.E. Gilliland. 1999. Bile salt hydrolase activity of three strains of *Lactobacillus acidophilus*. J. Dairy Sci. 82: 472-480
- Dawn, 2000 B Marks, PhD., Allan D, Marks, MD., Collen M, Smith, PhD. (2000) *Dasar – Dasar Biokimia Kedokteran* (terjemahan dari Brahma U. SP, KK) Jakarta:EGC
- Dazzo, Frank.2006. *Control of Microbial Growth: Chemical Antimicrobials* dalam <http://72.14.207.104/search?q=cache:0XWAKMdGsFkJ>. Diakses tanggal 2 mei 2006 jam 09.50 WIB
- Djouvinov, D., S. Boicheva., T. Simeonova., and T. Vlaikova. 2005. Effect of Feeding lactina probiotic on performance, some blood parameters, and caecal microflora of mule ducklings. *Trakia. Jour. Of Sci.* Vol 3(2):22-28. .
- Holzapfel, W.H., P.Haberer, R.Geisen, J Bjorkroth, U. Schililinger 2001. *Taxonomy And Important Features of Probiotic Microorganism In Food Nutrition*.
- Inggrid S. 2001. “Efek Probiotik, Prebiotik dan Synbiotik Bagi Kesehatan” dalam Kompas edisi 30 September 2001.
- Inggrid S. 2004. *Agar Probiotik Menyehatkan Saluran Cerna* dalam <https://www.kompas.com/kompas-cetak/0411/06/Jendela/1367480>. htm. Diakses tanggal 5 April 2006 jam 11.14 WIB
- Kim, S.H., S.Y. Park, D.J. Yu, S.J. Lee, K.S. Ryu and D.G. Lee. 2003. Effects of Feeding *Aspergillus oryzae* ferments on Performance, Intestinal Microflora, Blood

Serum Components and Environmental factors In Broiler. Kor. J. Poult. Sci. , 30:151-159.

King, Michael, W. 2006. *Introduction to Cholesterol Metabolism* dalam <http://web.indstate.edu/thcme/mwking/cholesterol.html>. Diakses tanggal 20 September 2006 jam 10.15 WIB

Kociubinski, G, Perez and G de Antoni. 1999. Sceening of bile salt and bile precipitation in lactic acid becteria and Bifidobacteria. J. Food Prot 62 (8) : 905-912.

Komang, Wiryawan, G.dkk. 2001. "Isolasi Bakteri Asam Laktat Penghasil Antimikroba". *Laporan Penelitian*. Institut Pertanian Bogor dalam <http://www.jvetunud.com/archives/60>. Diakses tanggal 12 April jam 15.28 WIB

Mulyorini, R. 2006. *Probiotik* dalam <http://www.republika.co.id>. Diakses tanggal 13 Januari 2006 jam 08.00 WIB

Oh, S. S.H. Kim. R. W. Wirobo. 2000. Characerization and Purification of Bacteriocin Produced by a Potential Probiotic Cultur Lactobacillus Acidophillus 305C. J Dairy Sci. 83 : 2747-2752.

Pavlineris. G. 2006. Everything About Fish. <http://www.gpavlineris.com>

Pereira' Dora I. A. dan Glenn R. Gibson. 2002. *Cholesterol Assimilation by Lactic Acid Bacteria and Bifidobacteria Isolated from the Human Gut*. Appl Environ Microbiol. 68(9): 4689–4693. dalam <http://www.pubmedcentral.gov> . Diakses tanggal 25 Juni 2006 jam 14.31 WIB

Safalaoh, A.C.L. 2006. Body weight gain, Dressing percentage,abdominal fat and serum choesterol of broilers supplemented with a microbial preparation. Department of animal science. University of Malawi.

Santosa, U. 1999. Mikrobia efektif meningkatkan produksi dan mutu karkas ayam broiler. Poultry Indonesia No 200:38-39.

Saunders D.R., C.E. Rubin, dan J.D. Ostrow, 2005. *Small Bowel; The Gut Course (HUBIO551) On Line Syllabus* dalam http://www.uwgi.org/gut/smallbowel_09.asp. Diakses tanggal 03 Juni 2006 jam 10:21 WIB

Tanaka, H., K. Doesburg, T. Iwasaki, and I. Mierau. 1999. *Screening Of Lactic Acid Bacteria For Bile Salt Hydrolase Activity*. J. Dairy Sci. 82:2530-2535 dalam <http://jds.fass.org/cgi/reprint/82/12/2530>. Diakses tanggal 21 Agustus 2006 jam 13.01

Trisutono, Yohanes. 2001. Preparasi Biomassa Lactobacillus Untuk Suplementasi tape Probiotik. *Skripsi*. Yogyakarta: Jurusan Teknologi Pengolahan hasil Pertanian Fakultas Teknologi Pertanian UGM.

Volwiler W., R.A. Willson, A.M. Larson, and J.D. Ostrow. 2006. The Liver and Biliary System The Gut Course (Hubio 551): On-Line Syllabus. Division of Gastroenterology. University of Washington.

Widodo. 2003. Bioteknologi Industri Susu. Lacticia Press, Yogyakarta.

**PRANATOMANGSA SEBAGAI SUMBER INFORMASI
DINAMIKA PERTUMBUHAN SUWEG DAN KEPUH SEBAGAI TUMBUHAN
MUSIMAN SATU PENDEKATAN ETNOEKOLOGI**

IGP Suryadarma¹⁾, Rio Christy Handziko

Jurusan Pendidikan Biologi Universitas Negeri Yogyakarta

Email: samodhaya@yahoo.com¹⁾

Abstrak

Masyarakat tradisional etnik Jawa dan Bali memahami keadaan cuaca dan keunikan lingkungannya terutama dalam upaya memenuhi kebutuhan dasarnya. Masyarakat dan para pemuka khususnya mereka memahami perilaku berbagai tumbuhan dinamika populasinya. Pemahamannya bertumpu pada perhitungan kedudukan matahari, posisi bulan terhadap bumi yang disebut *pranatomangsa*, dan di Bali dikenal dengan istilah *kertamasa* dan *wariga*. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui dinamika pertumbuhan *suweg* (*Amorphophallus sp*) sebagai tumbuhan musiman, dinamika gugur daun dan pembungaan tumbuhan kepuh atau randu alas (*Bombax ceiba L*).

Penelitian ini merupakan penelitian eksploratif dan data diambil melalui observasi. Observasi lapangan terhadap keberadaan dan dinamika tumbuhan dan serangga sesuai dinamika musim. Penelitian dilakukan di Daerah Istimewa Yogyakarta dan di Provinsi Bali selama periode waktu tahun 2015 sampai dengan 2016.

Hubungan antara dinamika tumbuhan *suweg*, randu alas dan serangga garengpung sesuai perhitungan *pranatomangsa* menunjukkan hasil berikut: 1. Keberadaan dan dinamika pertumbuhan populasi *suweg* sebagai tumbuhan musiman sesuai perhitungan *pranatomangsa*. 2. Fenomena musim gugur daun, musim berbunga tumbuhan randu alas tetap sesuai perhitungan *pranatomangsa*.

Kata kunci: *Pranatomangsa*, etnoekologi, *Suweg* dan *Randu alas*.

PENDAHULUAN

Keberadaan makanan dari tumbuhan sangat terkait dengan keunikan lingkungan dan kehidupan sosiokultural masyarakatnya. Beberapa penelitian mengungkapkan hubungan keanekaragaman hayati pada lokasi hunian secara turun-temurun. Variasi cara hidup dan pola pemanfaatan lingkungan tidak dapat disederhanakan karena keunikan relasi tersebut melahirkan keunikan budaya.

Pemahaman kebudayaan masyarakat dalam penyediaan sumber makanan dapat digunakan sebagai salah satu sumber informasi ekologi

Keunikan budaya berbagai suku di Indonesia merupakan mutiara keindahan dimana keunikannya berkaitan dengan keunikan letak geografis dan keunikan cuacanya dan keberdaan tumbuhan dan binatangnya. Pola perhitungan tumbuhan sumber bahan makanan dan penentuan musim sebagai keunikan lokal dapat ditumbuhkan dalam perspektif keilmuan terutama melalui pendekatan etnoekologi melalui pemanfaatan teknologi dan informasi. Masyarakat etnik seluruh Nusantara memiliki berbagai pengetahuan praktis dalam memperoleh sumber makanan.

Ekologi ditinjau dari kesejarahan dan perkembangan etnik masyarakat Indonesia dimana pengetahuan tersebut umumnya didominasi untuk pemenuhan kebutuhan dasar. Pemahaman keunikan lingkungan alamiahnya sebagai awal pemahaman fenomena ekologis karena pengalaman masyarakat berinteraksi dengan lingkungan biofisiknya. Pemahamannya tidak dapat dimaknai hanya sebagai ekologi material, tetapi lebih dari itu terdapat keunikan persepsi setiap etnik sebagai esensi pendekatan etnoekologi.

Etnoekologi pendekatannya sangat sesuai sebagai manusia menanggapi keunikan lingkungan yang berbasis pada keunikan persepsi masyarakat. Kehadirannya sebagai dukungan terhadap aksi ekologi yang lebih mendalam. Praksis dan artefak etnoekologi merupakan produk aktivitas masyarakat dalam pemanfaatan keunikan sumber daya alam. Paling tidak ada empat prinsip utama ilmu pengetahuan yang mendasari etnoekologi; yaitu *antropology*, *ethnobiology*, *agronomy*, *environmental geography* (Toledo, 1992:5.)

Kajiannya bertumpu pada cara pemanfaatan alam oleh kelompok masyarakat (*ethnic*) sesuai keunikannya; kepercayaan, pengetahuan, tujuan dan pandangannya. Pandangan dan kepercayaan masyarakat terhadap alamnya (*corpus*), rangkaian proses pengolahan sumber daya (*praxis*), karakteristik dan dinamika kualitas ekosistemnya sebagai totalitas kegiatannya. Inti keilmuan atau

corpus mencakup kenampakan simbol, konsepsi terhadap alam dan praksisnya berupa rentetan aktivitas dan artefak hasil pengelolaan. *Pranatomangso* (Jawa) atau *pranatomnagsa* (Bali) dan sistem *Kertamasa* dan *Wariga* sebagai pendekatan etnologi

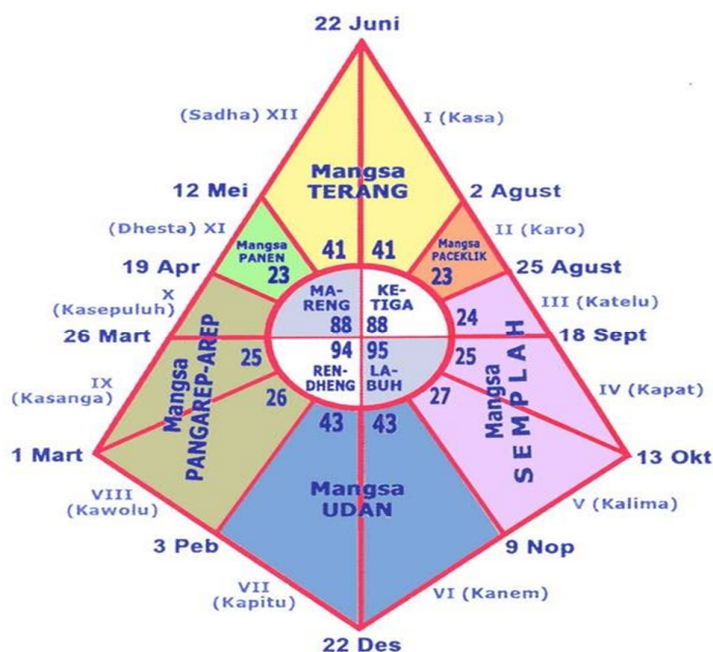
Pranatomangsa dan *Kertamasa* merupakan salah satu pengetahuan masyarakat etnik Jawa dan Bali yang bertumpu pada perhitungan musim. Perhitungan musim, perilaku tumbuhan, binatang dan kedudukan bintang *Pranatomnagsa*. *Kertamasa* dan *wariga* telah dikenal leluhur masyarakat Nusantara terutama masyarakat Jawa dan Bali. Penulisan *wariga* berupa lontar di Bali khususnya dan di Jawa berupa primbon (Marayana, 2015: 1-11). Keberadaan sumber pengetahuan masyarakat dan praksisnya dalam aktivitas kehidupan merupakan salah satu sumber kajian etnoekologi, khususnya sistem perubahan musim dan keberadaan sumber sumber makanan. Tujuan perhitungan *Wariga* untuk mencari hari baik dalam melaksanakan satu kegiatan, antara lain penentuan dalam bidang pertanian. Inti *wariga* dan *pranatomangsa*, *kertamasa* sebagai bagian ajaran *Jyotisa*. *Jyotisa* merupakan ilmu yang menyangkut perbintangan, benda benda angkasa sebagai dasar pembagian waktu dan pengaruhnya terhadap kehidupan. Penerapan *wewaran* bertumpu pada rumusan *Wepetangsada*. *Wepetangsada* menyangkut urutan besaran satuan waktu yang terdiri atas satuan Tahun, Bulan/Sasih, Penanggal Pangelong, Wuku, Hari/Wara dan dawuh. Perhitungan berdasarkan Sasih atau bulan dengan menggunakan urutan bulan pertama (Kaesa, kasa) sampai bulan ke dua belas (Sadha) dengan urutan bulan seperti Tabel 1. (Astra, 2010).

Tabel 1. Pranatomongso Masyarakat Bali (Kris Adi Astra, 2010)

No	Nama Bulan	Bulan Masehi	Keterangan
1	Kaesa	23 Juni-2 Agst	Kemarau. Matahari di garis lintang utara menuju selatan
2	Kalro	3 Agst-25 Agst	Kemarau
3	Ketiga	26 Agst-18 Sept	Kemarau, matahari dari utara sudah masuk khatulistiwa
4	Kapat	19 Sept-13 Okt	Memasuki musim hujan, matahari di

			khatulistiwa
5	Kalima	14 Okt-9 Nov	Musim hujan, matahari di khatulistiwa ke Selatan
6	Kanem	10 Nov-22 Des	Musim Hujan, musim buah, mulai membajak sawah, matahari ke lintang Selatan
7	Kapitu	23 Des-3 Feb •	Banjir, angin besar, mulai menanam padi, matahari di S. Angin kencang dari barat tak tentu arah
8	Kaulu	4 Feb-1 Maret	Musim hujan, padi berbuah. Matahari dari S bergeser ke Utara . Angin dari barat laut ke Timur , tak tentu arah
9	Kasasnga	2 Mar-26 Mar	Musim Hujan. Matahari di Khatulistiwa. Angin kencang
10	Kadasa	27 Mar-19 Apr	Peralihan hujan ke kemarau. Matahari bergeser ke Utara
11	Jyestha	20 Apr-12 Mei	Kemarau, puncak panen padi
12	Sadha	13 Mei-22 Juni.	Hawa dingin, akhir panen padi. Musim tanam palawija

Keunikan dan karakter musim ditentukan oleh posisi matahari dan bulan sebagai penentu cuaca, keberadaan tumbuhan dan perilaku binatang. Kertamasa disusun berdasarkan kejadian alam seperti; musim hujan, musim kemarau, musim berbunga, letak bintang di jagatraya, pengaruh bulan purnama terhadap pasang surut air laut dan sebagainya. Masyarakat Jawa menyebut *pranatamangs..* Kertamasa secara skematik dinyatakan sebagai berikut (Yulianto, 2012).



Gambar 1. Skematik Pranatomangsa (sumber)

Pranatomongso diciptakan Pujangga R Ng Ronggowarsito untuk pengenalan waktu. *Pranatomongso* telah dikenal masyarakat Jawa seribu tahun lalu. Kalender tersebut telah digunakan di Jawa oleh Sri Susuhunan Pakoeboewon VII sejak 22 Juni 1856 (Daldjoeni, 1997 dalam Hantoro Tapari). Kalender atau penanggalan pranatomangsa disusun berdasarkan indikator fenomena alam, perilaku binatang, tumbuhan terdiri atas 12 mangsa dengan variasi hari setiap *mongso* atau bulan antara 23-43 hari

Tujuan umum yaitu untuk mengetahui eksistensi dan distribusi tumbuhan suweg dan kepuh sebagai indikator dinamika cuaca sesuai *pranatomangsa* masyarakat Jawa dan Bali.

Tujuan khusus penelitian untuk mengetahui .

1. Keberadaan dan dinamika pertumbuhan suweg sebagai tumbuhan musiman musiman
2. Keberadaan dan dinamika pola gugur daun serta pembungaan kepuh tumbuhan dapat berumur lebih dari satu abad

METODE PENELITIAN

Makalah ini dikembangkan dari penelitian eksploratif melalui observasi lapangan dan wawancara pada informan tertentu. Pengamatan lapangan terdiri tentang keberadaan dan dinamika tumbuhan suweg, tumbuhan kepuh (*Bombax ceiba* 1. Pemilihan *suweg* karena tergolong tumbuhan musiman dan umbi sebagai cadangan makanan mengikuti dinamika musim. 2. Kepuh atau randu alas karena tumbuhan tersebut pertumbuhan bunga dan gugur daun mengikuti musim. Kepuh termasuk salah satu jenis tumbuhan yang memiliki pola gugur daun, berbunga pada puncak musim kemarau dan daun bersemi kembali awal musim hujan. Kepuh memiliki umur sangat panjang dan umurnya dapat melebihi 300 tahun. Kepuh memiliki stabilitas tanda pertumbuhan daun dan bunga sebagai indikator cuaca yang berlangsung lebih dari satu abad. Perhitungan *pranathamangsa* masih relevan digunakan sebagai sumber informasi ekologis melalui pendekatan etnoekologi

Lokasi Penelitian dan Waktu Penelitian

Lokasi penelitian di Daerah Istimewa Yogyakarta dan di Provinsi Bali. Pengamatan secara umum dilakukan di semua kabupaten dan pengamatan khusus di lakukan di desa dan lokasi terpilih Penelitian dilakukan tahun 2015 sampai tahun 2016 pada musim hujan dan musim kemarau, dan pada bulan bulan dan hari tertentu.

Pengambilan data

1. Data keberadaan dan dinamika pertumbuhan suweg dilakukan melalui pengamatan lapangan dan data diambil pada musim hujan dan musim kemarau.
2. Data keberadaan, gugur daun, musim berbunga dan musim semi daun diperoleh melalui pengamatan lapangan dan data diambil pada musim hujan dan musim kemarau.

Analisis Data

Acuan analisis data menggunakan pedoman karakteristik keberadaan tumbuhan dan perilaku binatang pada perhitungan pranatamangsa. Salah satu model yang digunakan mengacu pada pedoman seperti Tabel 2.

Tabel 2. Karakteristik Tumbuhan dan Binatang pada Pranatamangsa.

Pranata mangsa - Wikipedia bahasa Indonesia, ensiklopedia bebas

No.	Mangsa	Mangsa utama	Rentang waktu	Candra	Penciri	Tuntunan (bagi petani) ^[1]
1	Kasa (Kartika)	Ketiga - Terang	22 Juni - 1 Ags (41 hari)	Sesotya murcā ing embanan ("Intan jatuh dari wadahnya" > daun-daun berjatuhan)	Daun-daun berguguran, kayu mengering; belalang masuk ke dalam tanah	Saatnya membakar jerami; mulai menanam palawija
2	Karo (Pusa)	Ketiga - Pacelklik	2 Ags - 24 Ags (23 hari)	Bantala rengka ("bumi merekah")	Tanah mengering dan retak-retak, pohon randu dan mangga mulai berbunga	
3	Katelu (Manggasri)	Ketiga - Semplah	25 Ags - 18 Sept (24 hari) 19 Sept	Sutā manut ing bāpā ("anak menurut bapaknya") Waspā	Tanaman merambat menaiki lanjaran, rebung bambu bermunculan	Palawija mulai dipanen

4	Kapat (Sitra)	Labuh - Semplah	19 Sept - 13 Okt (25 hari)	Waspā kumembeng jroning kalbu ("Air mata menggenang dalam kalbu" > mata air mulai menggenang)	Mata air mulai terisi; kapuk randu mulai berbuah, burung-burung kecil mulai bersarang dan bertelur	Panen palawija; saat menggarap lahan untuk padi gaga
5	Kalima (Manggakala)	Labuh - Semplah	14 Okt - 9 Nov (27 hari)	Pancuran mas sumawur ing jagad ("Pancuran emas menyirami dunia")	Mulai ada hujan besar, pohon asam jawa mulai menumbuhkan daun muda, ulat mulai bermunculan, laron keluar dari liang, lempuyang dan temu kunci mulai bertunas	Selokan sawah diperbaiki dan membuat tempat mengalir air di pinggir sawah, mulai menyebar padi gaga
6	Kanem (Naya)	Labuh - Udan	10 Nov - 22 Des (43 hari)	Rāsā mulyā kasuciyan	Buah-buahan (durian , rambutan , manggis , dan lain-lainnya) mulai bermunculan, belibis mulai kelihatan di tempat-tempat berair	Para petani menyebar benih padi di pembenihan

7	Kapitu (Palguna)	Rendheng - Udan	23 Des - 3 Feb (43 hari)	Wisā kēntir ing marutā ("Racun hanyut bersama angin" > banyak penyakit)	Banyak hujan, banyak sungai yang banjir	Saat memindahkan bibit padi ke sawah
8	Kawolu (Wisaka)	Rendheng - Pangarep-arep	4 Feb - 28/29 Feb (26/27 hari)	Anjrah jroning kayun ("Keluarnya isi hati" > musim kucing kawin)	Musim kucing kawin; padi menghijau; uret mulai bermunculan di permukaan	
9	Kasanga (Jita)	Rendheng - Pangarep-arep	1 Mar - 25 Mar (25 hari)	Wedharing wacānā mulyā ("Munculnya suara-suara mulia" > Beberapa hewan mulai bersuara untuk memikat lawan jenis)	Padi berbunga; jangkrik mulai muncul; longoret dan gangsir mulai bersuara, banjir sisa masih mungkin muncul, bunga glagah berguguran	
		Marṅga -	26 Mar - 18	Gedhong mineb jroning kalbu ("Gedung	Padi mulai menguning, banyak	

Pranata mangsa - Wikipedia bahasa Indonesia, ensiklopedia bebas

10	Kasepuluh (Srawana)	Marèng - Pangarep-arep	26 Mar - 18 Apr (24 hari)	Gedhong mineb jroning kalbu ("Gedung terperangkap dalam kalbu" > Masanya banyak hewan bunting)	Padi mulai menguning, banyak hewan bunting, burung-burung kecil mulai menetas telurnya	
11	Desta (Padrawana)	Marèng - Panèn	19 Apr - 11 Mei (23 hari)	Sesotyà sinàrèwèdi ("Intan yang bersinar mulia")	Burung-burung memberi makan anaknya, buah kapuk randu merekah	Saat panen raya gèjah (panen untuk tanaman berumur pendek)
12	Sada (Asuji)	Marèng - Terang	12 Mei - 21 Juni (41 hari)	Tirtà sah saking sasana ("Air meninggalkan rumahnya" > jarang berkeringat karena udara dingin dan kering)	Suhu menurun dan terasa dingin (bediding)	Saatnya menanam palawija: kedelai, nila, kapas, dan saatnya menggarap tegalan untuk menanam jagung

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

Keberadaan Suweg

Pertumbuhan suweg sebagai tanaman berumbi yang mengalami proses berumbi secara berulang mengikuti pola serupa. Tumbuhan suweg di lima lokasi di Yogyakarta menunjukkan pola serupa. Tumbuhan mulai tumbuh tunas rata rata pada Sasih Kapat (setelah minggu ke tiga bulan Oktober). Tunas mulai tumbuh berupa kuncup sampai bulan November dan pada awal bulan Desember kuncup daun mulai mekar. Bulan Desember termasuk musim hujan sudah mulai lebat. Masyarakat petani Jawa (di Dusun Karet, Pleret, Bantul Yogyakarta) menyebut sasih Kapat dengan ungkapan *nglepat* dan masyarakat bali menyebut dengan kata *klepat*. Kata *nglepat* dan *klepat* merujuk mulai tumbuh dan bergerak, seperti mulai tumbuhnya umbi gadung dan tanaman uwi (dioscorea). Umbi suweg setelah tahap daunnya mulai kuning, batangnya mati (*aep*, bahasa Bali) dan umbinya akan bertambah besar setiap tahunnya. Musim kemarau pada sasih sasih jyestha (Minggu ketiga April sampai dengan minggu kedua bulan Mei) pohon dan batang tidak tampak dan umbi tersimpan dalam tanah Tanaman suweg memerlukan tanah yang tidak diolah secara intensip untuk mengalami

pembesaran. Lahan tegalan, lahan pinggir sungai, atau di bawah naungan pohon pohon seperti jati merupakan habitat tumbuh yang paling baik.

Lokasi pengamatan sebaran suweg di Bali dijumpai pada beberapa desa dan kawasan kuburan. Lokasi kawasan adalah; 1.Kawasan Kuburan di Desa Kapaon, Denpasar, Kuburan di Desa Batu Bulan Kabupaten Gianyar, Kuburan di Desa Mas, Ubud Gianyar, Desa Kuwum, dan Desa Adeng, Desa Marga, Kuburan Desa Petiga Kabupaten Tabanan. Pertumbuhan suweg tampak paling banyak dan dominan pada musim hujan Desember 2014 sampai Februari Tahun 2015. Tahun berikutnya pertumbuhan mengikuti pola serupa. daun mulai menguning pada akhir bulan April dan batang sudah mengering pada akhir bulan Mei setiap tahunnya Bunga suweg tampak pada Bulan Perkembangbiakan suweg kebanyakan melalui anakan pada umbi pokok selain berkembangbiak dengan biji. Anakan suweg jumlah antara delapan sampai sebelas pada umbi suweg yang berdiameter lima sentimeter.

Besarnya batang dan luasan tajuk daun suweg dapat digunakan sebagai petunjuk besarnya umbi dan semakin besar batang dan tajuk daun berarti umurnya semakin tua. Tunas pokok batang tumbuh dari bagian tengah umbi, dimana batang layu pada bulan Mei setiap tahunnya. Calon tunas batang suweg akan tampak tumbuh runcing seperti ujung tombak berwarna agak lorek hitam. Umbi anakan akan tumbuh secara bertahap mengikuti pergantian pola musim Pembesaran batang suweg berulang setiap tahunnya. Keunikan pertunasan umbi suweg sangat dipengaruhi musim dan tampak pada pola pertumbuhan umbinya. Umbi suweg bila ditaruh pada tanah tidak akan tumbuh tunas jika tidak pada sasih kapat sampai dengan sasih kanem, pada Oktober sampai Desember. Umbi suweg akan bertunas walaupun di tempat kering, jika mulai sudah sasih kapat atau paling lambat sasih Kalima, bulan November akhir. Kanopi daun suweg setelah berumur lima tahun atau lima kali mengalami tumbuh dan masa dormen dapat mencapai diameter 50 cm sd 60 cm dan batang mencapai tinggi 90cm sampai 115 cm.

Distribusi suweg paling banyak di desa Adeng, Kabupaten Tabanan, dimana dalam luasan lahan 900 m² terdapat paling tidak 600 batang suweg yang tersebar dalam enam kelompok. Pertumbuhannya tergolong sangat subur, dimana tinggi batang rata rata mencapai 84 cm dan diameter dua sampai tiga cm. Distribusi dan banyaknya anakan suweg diakibatkan oleh proses pertumbuhan umbi dan anakannya. Pertumbuhan dan keberadaan suweg di lima lokasi di desa Marga menunjukkan pertumbuhan sangat subur, ditinjau dari luas tajuk daun, warna daun dan batangnya yang tampak hijau tua (Gambar 2)



Gambar 2. Tahapan pertumbuhan Suweg (Suryadarma, 2015)

Pertumbuhan batang suweg di desa Marga menunjukkan variasi umur, ditinjau dari tinggi pohon, besar batang dan luas tajuk daun. Suweg dan suweg jenis tiyih jumlahnya dominan di empat wilayah pengamatan di Bali Ketiga lokasi adalah kawasan kuburan Desa Kepaon Denpasar, kuburan di Pasar Tamba di kawasan Desa Tembau di Kawasan Denpasar.

Proses pertumbuhan dan pergantian antara musim tumbuh tunas, musim batang dan kanopi daun paling banyak, serta tumbuh tunas kembali seperti Gambar 3.



Gambar 3. Perbanyak Anakan Umbi Suweg (Suryadarma, 2015)

Pola pertumbuhan tunas, maksimal kanopi daun, menguningnya daun, mengeringnya batang, pola pembesaran umbi dan pertunasan kembali sesuai dengan dinamika musim menurut perhitungan *pranatamangsa*, walaupun terdapat beberapa variasi sesuai dengan musim ketika pengamatan. Tumbuhan suweg di Bali dijumpai pada lima 27 lokasi dan setiap okasi terdiri dari 11 rumpun. Luasan areal di Desa Adeng kabupaten Tabanan jumlahnya lebih dari 400 batang dengan variasi umur, batang dan tajuk daun. Tumbuhan suweg di Yogyakarta dijumpai pada lima lokasi dan batang setiap lokasi jumlahnya maksimal lima rumpun. Pola pertumbuhannya serupa dengan pertumbuhan suweg di Bali. Pola pertumbuhan tumbuhan musiman juga dapat ditemukan pada pohon gadung (*Dioscorea* sp) dan tanaman ubi.sesuai indikator dalam perhitungan *pranatamangsa*. Dinamika dan pola pertumbuhannya dapat digunakan sebagai sumber informasi ekologi melalui pendekatan etnoekologi.

Keberadaan dan Dinamika Pertumbuhan Daun dan Bunga Kepuh

Sebaran keberadaan pohon randu alas di Yogyakarta sebagai berikut. Pohon sebanyak tiga belas batang tersebar di tiga kabupaten dan Kodya Yogyakarta. Di Kodya Yogyakarta terdapat satu pohon di Museum Afandi, bunga warna kuning. Kabuapten Bantul; Kebun Binatang Gembira Loka tiga pohon, makam Pleret dua pohon, makam Desa Karet Pleret dua pohon, Gabusan satu pohon, makam timur gabusan satu pohon dan di makam Imogiri satu pohon. Kabupaten Sleman; di FOK UNY, di Gejayan, di Seyegan. Randu alas di Desa Pleret, termasuk cagar budaya. Pohon mempunyai beberapa anakan, tetapi selalu dipotong. Kepuh Desa Karet, Pleret Bantul memiliki dua anakan tapi keduanya belum berbunga. Dinamika pertumbuhan mencakup gugurnya daun, tumbuhnya bunga dan buah, dan tumbuhnya daun kembali dalam setiap tahunnya sesuai dengan perhitungan pranatomongso. Pola dan dinamikanya dapat digunakan sebagai rujukan karena umurnya sangat lama, yaitu mencapai ratusan tahun dimana pola tersebut dapat dirujuk sebagai respon terhadap musim pada saat tersebut. Pola pertumbuhannya disajikan pada Gambar 4.



Gambar 4. Proses Semi Gugur Bunga kepuh

Sebaran Kepuh di Bali

Pohon randu alas atau kepuh di Bali sebanyak 32 pohon yang tersebar pada lima kabupaten dan Kota Denpasar. Kepuh terdapat di Kota Denpasar, Kabupaten Badung, Kabupaten Gianyar, Kabupaten Buleleng dan Kabupaten Tabanan. Lokasi pengamatan di pusatkan di Kabupaten Tabanan khususnya di Kecamatan Marga. Keberadaan pohon di kabupaten selain kabupaten Tabanan berfungsi sebagai data pelengkap. Kepuh di Kecamatan Marga tersebar pada beberapa desa. Lokasi sebaran kepuh dijumpai di Desa Marga tiga pohon, yaitu di kuburan Sema Anjung, Kuburan Dusun Kelaci dan Kuburan Desa Ole, masing masing satu pohon dan semuanya berwarna merah. Kepuh di Desa Belayu, yaitu di kuburan Desa Blayu dua pohon, di Desa Kukuh di kuburan Alas Kedaton satu pohon, semuanya bunga berwarna merah.

Kepuh di Kota Denpasar dengan sebaran pada beberapa lokasi dengan jumlah pohon berikut. Kepuh sebanyak lima pohon tersebar di tiga kuburan dan tiga batang pohon di pinggir jalan raya kantor Gubernur Propinsi Bali. Lokasi kepuh di Kabupaten Badung di kuburan Desa Sempidi, dua pohon, di kuburan Desa Tamba satu pohon, di kuburan Desa Kepaon dua pohon, di Kuburan Desa Mengwi dua pohon, dan di Kuburan Desa Baha satu pohon, kuburan Desa Abian Semal dua pohon, kuburan Desa Sanur dua pohon. Pohon berumur diatas seratus tahun (Suryadarma, 23: 5). Tinggi pohon berkisar antara 15 m sampai dengan 25 meter dan berdiamter antara satu meter. Pohon memiliki anakan dari akarnya tunasnya ada di Desa Sempidi, dan anakannya sebanyak dua buah, dengan ketinggian antara tiga meter, dan pohon anakan belum pernah berbunga.

Kepuh berbunga permulaan bulan Agustus dan puncak bunga mekar pada bulan September, dan berakhir pada akhir Oktober. Kepuh sudah mulai bersemi pada awal bulan Oktober dan daunnya hampir menutupi semua cabang kembali akhir Oktober sampai bulan Nopember. Puncak kanopi daun paling lebat akhir Februari dan bulan Maret dan awal April daun mulai tampak menguning dan akhirnya gugur bulan Mei dan sampai Juli.

Kepuh di Bali di terdapat di beberapa kabupaten dan lokasi desa. Kepuh mulai berbunga seperti berikut. t Kepuh di bandara Ngurah Rai 16 Juli berwarna merah, di kuburan pertigaan air port, Desa Sading, Desa Sangeh. Desa Marga, di Banjar Ole, Banjar Klaci, Desa Blayu, Denkayu, Mengwi Denpasar. Kepuh di belakang kantor gubernuran, di Setra Sanur, Ubud Gianyar Jalur menuju kota Bangli, di Abian Semal Sangeh semua berbunga. Hanya di desa Kapal terdapat kepuh memiliki tiga generasi, tetapi generasi kedua dan ketigabelum berbunga. Kepuh setra Kapaon, setra Badung, setra Denkayu sudah berbunga tetapi bunga belum mekar, dan terdapat beberapa daun yang sudah rontok. Daun calon calon bunga sudah tampak, walaupun berupa kuncup.

Pola pertumbuhan tunas, maksimal kanopi daun, menguningnya daun, gugur daun tumbuh kuncup bunga, maksimal jumlah bunga, musim berbuah dan rontoknya buah randu alas sesuai perhitungan *pranatamangsa*, walaupun terdapat beberapa variasi sesuai keadaan musim ketika pengamatan. Keberadaan kepuh di Bali dan di Yogyakarta dijumpai di kawasan kuburan, beberapa pohon terdapat di luar kawasan kuburan. Keberadaannya di kawasan kuburan, adanya kepercayaan bahwa pohon tersebut ada penghuninya, dan adanya penetapan lokasi sebagai cagar budaya memungkinkan tumbuhan kepuh terlindungi sehingga mencapai umur ratusan tahun Dinamika dan pola pertumbuhannya dapat digunakan sebagai sumber informasi ekologi. Sumber informasi antara lain keberadaan rantai makanan, eksistensi berbagai burung, serangga, kelelawar ketika pohon kepuh sedang berbunga. Bunga kepuh menyediakan sumber nektar dan air pada musim kemarau .

SIMPULAN DAN SARAN

Karakteristik pertumbuhan suweg dan randu alas menunjukkan pola sesuai acuan dasar pranatamangsa atau kertamasa di kawasan Yogyakarta dan Bali. Dinamikanya menunjukkan kesesuaian dengan fenomena ekologis. Fenomena ekologis antara lain ditinjau dari aspek siklus hidup, rantai makanan, tingkatan tropik keberdaan berbagai serangga, berbagai jenis burung yang bersifat

komplementer. Komplementaritas tampak pada hubungan perubahan musim hujan dan kemarau karena posisi matahari di katulistiwa, walaupun terdapat berbagai penyimpangan akibat perubahan iklim. Dinamika pola pertumbuhannya tampak pada tumbuhan musiman lainnya. Tumbuhan jenis gadung, uwi menunjukkan pola serupa dengan tumbuhan suweg. Tumbuhan kapuk atau randu (*Ceiba petandra*) menunjukkan pola serupa dengan randu alas. Pemunculan bunyi serangga *tenggeret nong* (Jawa) *nongcret* (Bali) sebagai indikator datangnya musim hujan pada sore hari sampai menjelang pagi hari sebagai indikator musim hujan. Pola pertumbuhan seperti tumbuhan musiman, pohon berbunga dan gugur daun tumbuhan dan pemunculan suara keluarga *Cicadae* dapat digunakan sebagai penanda musim seperti tertuang dalam penanggalan *pranotomongso* atau kertamasa masyarakat Jawa dan Bali.

DAFTAR PUSTAKA

- Capra, F. *Deep Ecology. A New Paradigm*. Deep Ecology for the Twenty-First Century. Shambala 1995. Boston
- Grim A. 2001. *The Indigenous Traditions and Ecology*. Harvard University Press.
- Mollison. B. 1987. *Desain Manual Permaculture*. Tagliari.
- Nala N 1990. *Usada Bali*. Denpasar. PT. Upada Sastra.
- Naess. A. 1986. The Deep Ecological Movement. Some Philosophical Aspects. *DEEP. ECOLOGY for the TWENTY-FIRST CENTURY*. Sessions. G. Editor Shambala. Boston. 1995.
- Marayana, I Gede. 2015. Sistematika Wariga-Dewasa. Seminar Nasional. Pasca Sarjana Universitas Hindu Indonesia (UNHI), 13 Februari di Denpasar.
- Rahzen, Taufik. 2010. Dharmawangsa dan Era daya Budi, Denpasar, Indonesia.
- Sudarminta, J. 2006. Filsafat Organisme “ Whitehead” dan Etika Lingkungan Hidup. Revitalisasi Pertanian dan Dialog Peradaban. Penerbit Buku Kompas, Jakarta.
- Suryadarma IGP. 1990. Peranan Kawasan Pura Terhadap Konservasi Keanekaragaman Jenis di Bali. Makalah disampaikan Konferensi Nasional PSL di Semarang.

Toledo, MV.1992. What is Ethnoecology? Origins, scope and implication of rising dicipline ETNOECOLOGICA. hlm 10-11, 15. Volume I, Numero 1, April.

Universitas Hindu Indonesia. 2015. Wariga dan Dewasa merupakan Ilmu Astronomi. Seminar Nasional. Pasca Sarjana Universitas Hindu Indonesia (UNHI), 13 Februari di Denpasar.

Yukteswar. G. J. S. 1997. The Holy Science. Published by Self-Realization Fellowship. Los Amgeles, California.

Watson L. 1991. Gift of Unknown Things. Destiny Books. Originally Published, New York.

.

B -22

Analisis Variasi Sekuen Gen *Chalcone Synthase* (*CHS*) dan Potensi Pemanfaatannya

Ixora Sartika Mercuriani
Jurusan Pendidikan Biologi, FMIPA, Universitas Negeri Yogyakarta
E-mail: ixomerc@uny.ac.id

Abstrak

Salah satu gen penting dalam biosintesis antosianin adalah gen pengkode *Chalcone Synthase* (*CHS*). Berbagai gen *CHS* dari berbagai tanaman sudah berhasil diisolasi dan dikarakterisasi. Beberapa sekuen gen sudah terdaftar pada *database* yang ada di Gene Bank dan menunjukkan adanya variasi baik dari segi ukuran (berat molekul) ataupun sekuennya. Variasi berat molekul gen tersebut berkisar antara 1200 – 1800 bp. Adanya variasi sekuen gen *CHS* berpotensi untuk dijadikan dasar dalam pembuatan *DNA barcode* serta dasar dalam desain primer untuk isolasi dan karakterisasi gen tersebut pada tanaman-tanaman asli Indonesia dengan tujuan untuk konservasi sumberdaya genetik, mempelajari regulasi ekspresi gen, dan perbaikan sifat tanaman.

Salah satu tanaman yang mempunyai variasi kandungan antosianin yang tinggi adalah tanaman anggrek. Pada tanaman anggrek *Rhyncostylis gigantea* terdapat variasi warna bunga, yaitu: ungu, putih dengan becak ungu, dan putih. Variasi tersebut diduga karena adanya mutasi pada gen yang terlibat dalam jalur biosintesis antosianin. Desain primer gen *CHS* yang kemudian digunakan untuk amplifikasi gen tersebut (melalui proses PCR) pada tanaman anggrek *R. gigantea* merupakan tahap awal untuk mempelajari fenomena mutasi, pembuatan DNA barcode, dan isolasi serta karakterisasi gen pada tanaman tersebut.

Kata Kunci: antosianin, *chalcone synthase*, *DNA barcode*, primer PCR, *Rhyncostylis gigantea*

I. Pendahuluan

Antosianin merupakan salah satu kelompok/turunan dari senyawa flavonoid yang merupakan senyawa metabolit sekunder penting pada tanaman. Pada beberapa tanaman, antosianin terdapat pada bunga dan berfungsi untuk daya tarik serangga penyerbuk. Pada tanaman yang lain, antosianin juga ditemukan pada buah dan seluruh permukaan tubuh yang berfungsi sebagai pertahanan terhadap serangan hama dan iradiasi sinar UV. Jalur biosintesis antosianin sudah dipetakan dengan baik oleh Mol *et al.* (1989) dan Forkmann *et al.* (1991) melalui studi pada tanaman jagung (*Zea mays*), *snapdragon* (*Antirrhinum majus*), dan petunia hibrida. Studi genetika terhadap gen-gen yang berperan dalam jalur biosintesis tersebut juga telah dilakukan pada tanaman-tanaman lain, seperti: anggur, lili, anggrek, dan *Ginkgo biloba*, juga sudah dilakukan (He *et al.*, 2010; Liu *et al.*, 2011; Mudalige-Jayawickrama *et al.*, 2005; dan Pang *et al.*, 2005). Meskipun jalur biosintesis antosianin pada tanaman-tanaman tersebut secara umum sama, tetapi terdapat perbedaan pada beberapa tahap reaksi yang akan mempengaruhi tipe antosianin yang dihasilkan.

Memahami jalur biosintesis antosianin akan bermanfaat untuk perbaikan genetika tanaman bunga (Kriangphan *et al.*, 2015). Delapan gen yang terlibat dalam jalur biosintesis tersebut (yaitu: *CHS*, *CHI1*, *CHI2*, *F3H*, *DFR*, *ANS*, *F3'5'H*, dan *FLS*) telah berhasil diisolasi dari tanaman anggrek *Dendrobium* hibrida. Variasi tingkat ekspresi gen menentukan variasi warna yang dihasilkan. Menurut Holton and Cornish (1995), salah satu gen kunci dalam jalur biosintesis antosianin adalah gen *Chalcone Synthase* (*CHS*). Enzyme chalcone synthase yang disandi oleh gen tersebut berperan pada tahap awal biosintesis, yaitu mengkatalisis kondensasi malonyl-CoA dan *p*-coumaroyl-CoA membentuk tetrahydroxychalcone yang merupakan prekursor biosintesis senyawa-senyawa flavonoid (termasuk antosianin). Beberapa tanaman mempunyai beberapa gen *CHS* yang membentuk *gene family*. Dari hasil penelitiannya pada tanaman peoni (*Paeonia suffruticosa*), Zhou *et al.* (2011) mengatakan bahwa gen *CHS* terlibat dalam pigmentasi bunga. Berdasarkan hasil analisis ekspresi gen melalui Real Time-PCR, ekspresi gen *CHS* meningkat seiring dengan perkembangan bunga. Ekspresi gen tersebut mencapai puncaknya pada saat bunga sudah mekar sempurna.

Analisis sekuen gen-gen *CHS* dari berbagai organisme dapat digunakan sebagai dasar dalam mendesain primer untuk amplifikasi gen dari organisme lain melalui teknik *Polymerase Chain Reaction* (PCR). Hasil amplifikasi gen dapat digunakan untuk analisis genetik lebih lanjut, yaitu untuk isolasi dan karakterisasi gen *CHS* dari organisme lain tersebut serta untuk pembuatan *DNA barcode* berdasarkan gen *CHS*. Hasil isolasi gen dapat diaplikasikan lebih lanjut untuk perbaikan sifat tanaman atau untuk produksi antosianin pada skala industri melalui rekayasa genetika.

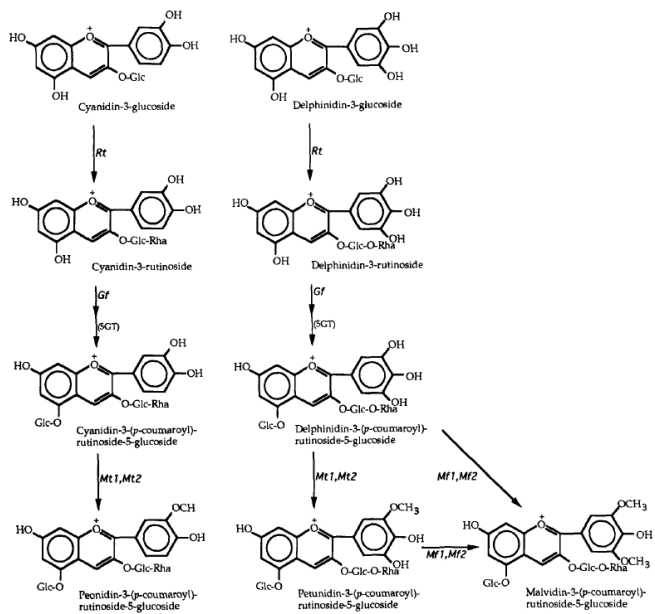
Anggrek merupakan salah satu tanaman yang mempunyai variasi warna bunga yang tinggi. Anggrek *Rhyncostylis gigantea* merupakan salah satu anggrek eksotik, selain karena bentuk dan warna bunganya yang cantik juga karena aromanya yang harum. Di beberapa negara, anggrek tersebut digunakan sebagai suplemen makanan/minuman dan aroma terapi. Terdapat 4 variasi warna bunga *R. gigantea*, yaitu: merah keunguan (marun), putih dengan becak ungu/merah keunguan, jingga (*orange*), dan putih. Variasi warna bunga tersebut diduga karena terdapat variasi (sekuen dan panjang) gen-gen yang terlibat dalam biosintesis antosianin, termasuk diantaranya adalah gen *CHS*. Isolasi dan karakterisasi gen *CHS* sudah dilakukan pada beberapa jenis anggrek seperti *Dendrobium*, *Phalaenopsis*, *Paphiopedilum*, *Cymbidium*, *Bromheadia*, dan *Gymnadenia*; namun studi pada *R. gigantea* belum dilakukan (Kriangphan *et al.*, 2015; Pitakdantham *et al.*, 2010; Ma and Pooler, 2009; Liew *et al.*, 1998). Berdasarkan sekuen gen yang ada di GeneBank dapat dilihat bahwa gen-gen *CHS* mempunyai sekuen dan panjang/berat molekul yang bervariasi (1200 – 1800 bp). Analisis variasi melalui penjajaran sekuen gen *CHS* (*gene alignment*) yang ada di *GeneBank* dapat menjadi dasar dalam pembuatan (desain) primer. Primer ditentukan berdasarkan daerah yang terkonservasi dari sekuen-sekuen yang diujarkan tersebut. Untuk mendesain primer dengan kualitas yang baik, dapat menggunakan beberapa software yang dapat diunduh dengan gratis, seperti: Primer3, DNASTAR, dan software dari IDT. Desain primer ini dapat diaplikasikan untuk isolasi gen *CHS* dari tanaman *R. gigantea*. Kombinasi amplifikasi gen *CHS* melalui teknik PCR dan pemotongan gen menggunakan enzim restriksi diharapkan mampu menghasilkan pita-pita DNA spesifik yang dapat dimanfaatkan dalam pembuatan *DNA barcode* berdasarkan gen *CHS* (*CHS*

gene base DNA barcoding). Makalah ini akan membahas lebih lanjut tentang analisis sekuen gen *CHS* dari berbagai tanaman untuk pedan potensinya untuk isolasi gen tersebut serta pembuatan DNA barcode pada tanaman *R. Gigantea*.

II. Pembahasan

A. Biosintesis Antosianin

Antosianin merupakan salah satu kelompok senyawa flavonoid yang paling besar dan sangat penting karena menentukan terjadinya warna (terutama bunga) yang sangat luas. Studi genetik pada biosintesis antosianin sudah dilakukan secara intensif pada tanaman jagung, *snapdragon*, dan petunia. Studi juga telah dilakukan pada tanaman-tanaman lain, seperti: anggur, lili, anggrek, dan *Ginkgo biloba*, juga sudah dilakukan (He *et al.*, 2010; Liu *et al.*, 2011; Mudalige-Jayawickrama *et al.*, 2005; dan Pang *et al.*, 2005). Jalur biosintesis antosianin sudah dipetakan dengan baik oleh Mol *et al.* (1989) dan Forkmann *et al.* (1991) melalui studi pada tanaman jagung (*Zea mays*), *snapdragon* (*Antirrhinum majus*), dan petunia hibrida (Gambar 1).



Gambar 1. Jalur Biosintesis Antosianin dan Flavonol (Holton and Cornish, 1995).

Biosintesis antosianin sedikitnya membutuhkan 6 gen yang masing-masing mengkode suatu enzim penting, yaitu: chalcone synthase (*CHS*), chalcone isomerase (*CHI*), flavanone 3- β -hydroxylase (*F3H*), dihydroflavonol-4-reductase (*DFR*), anthocyanidin synthase (*ANS*), dan flavonoid glycosyl transferase (Kriangphan *et al.*, 2015). Gen *CHS* merupakan salah satu gen kunci dalam biosintesis antosianin (Zhou *et al.*, 2011; Pang *et al.*, 2005). Gen tersebut berperan pada tahap awal biosintesis, yaitu mengkatalisis kondensasi malonyl-CoA dan *p*-coumaroyl-CoA membentuk tetrahydroxychalcone yang merupakan prekursor biosintesis senyawa-senyawa flavonoid (termasuk antosianin). Dari hasil penelitiannya pada tanaman peoni (*Paeonia suffruticosa*), Zhou *et al.* (2011) mengatakan bahwa gen *CHS* terlibat dalam pigmentasi bunga. Berdasarkan hasil analisis ekspresi gen melalui Real Time-PCR, ekspresi gen *CHS* meningkat seiring dengan perkembangan bunga. Ekspresi gen tersebut mencapai puncaknya pada saat bunga sudah mekar sempurna.

B. Penjajaran (*Alignment*) Gen *CHS* dari Berbagai Tanaman dan Desain Primer

Gen *CHS* dari berbagai tanaman, seperti: jagung, *snapdragon*, petunia, anggur, peoni, anggrek, dan lili, sudah berhasil diisolasi dan dikarakterisasi. Berdasarkan sekuen gen yang terdaftar di GeneBank menunjukkan bahwa terdapat variasi (baik sekuen/urutan ataupun panjang/berat molekulnya) pada gen-gen *CHS* dari berbagai tanaman tersebut. Gen *CHS* dari tanaman *Ginkgo biloba* (*GbCHS*) mempunyai panjang 1295 bp, dari tanaman *Prunus persica* mempunyai panjang 1254 bp, dari tanaman *Scutellaria viscidula* Bunge mempunyai panjang 1170 bp, sementara dari tanaman *Paeonia sffruticosa* mempunyai panjang 1185 bp (Pang *et al.*, 2005; Ye *et al.*, 2016; Lei *et al.* 2010; dan Zhou *et al.*, 2011).

Penjajaran sekuen gen *CHS* dari 4 tanaman, yaitu: peoni, 2 tanaman *Dendrobium* hibrida, dan *Phalaenopsis*; menunjukkan adanya variasi (Gambar 2). Wilayah yang terkonservasi pada keempat sekuen tersebut (berwarna merah) dapat dijadikan dasar pembuatan primer. Pembuatan desain primer menggunakan software Primer3 yang dapat diakses pada laman <http://frodo.wi.mit.edu/primer3/>. Hasil desain terhadap ke-4 tanaman tersebut menghasilkan beberapa pasangan primer, yang terdiri dari primer

berikut:

No.	Jenis Primer	Sekuen	Titik Awal Amplifikasi	TM (°C)	% GC
1	Forward	5'-TACGCGAGATGGGACTAACC-3'	842	60,10	55
2	Forward	5'-GGATTACCAAGTGCGAGCAT-3'	194	60,10	50
3	Forward	5'-CTACTGAGCGACCGCTTTTC-3'	761	60,15	55
4	Reverse	5'-TATTCCCATACTCCGCAAGC-3'	1078	60,06	50
5	Reverse	5'-GGCTGTCCCCATTCCTTTAT-3'	428	60,15	50
6	Reverse	5'-TCTTTGGCGAGTTTTGGAAC-3'	392	60,23	45
7	Reverse	5'-CGCAATCCAGAAGATCGAAT-3'	975	60,18	45
8	Reverse	5'-ATACTCCGCAAGCACGTTTC-3'	1071	60,28	50

C. Anggrek *R. gigantea*

R. gigantea merupakan salah satu tanaman anggrek yang banyak diminati pecinta anggrek (Gambar 3). Anggrek tersebut mempunyai bunga yang indah, baik bentuk maupun warnanya. Infloresens membentuk tandan dengan panjang 14 – 30 cm yang dipadati oleh bunga sepanjang 10 – 20 cm. Anggrek tersebut mempunyai bunga yang berukuran kecil (berdiameter 2,4 – 3,4 cm), tebal, dengan warna (sepal, petal, dan bibir bunga) yang bervariasi sesuai varian (merah keunguan, putih berbintik merah keunguan, putih, atau jingga). Variasi bunga diduga akibat adanya variasi sekuen pada gen-gen yang terlibat dalam jalur biosintesis antosianin.



Gambar3. Variasi warna pada *R. Gigantea*: merah keunguan, putih, putih dengan becak merah keunguan, dan jingga (sumber: Allikas, 2009)

D. Potensi Pembuatan DNA Barcode pada tanaman *R. Gigantea* berdasarkan Sekuen Gen *CHS*

Kombinasi amplifikasi gen *CHS* melalui teknik PCR dan pemotongan gen menggunakan enzim restriksi diharapkan mampu menghasilkan pita-pita DNA yang membentuk pola spesifik. Pemilihan enzim restriksi harus disesuaikan dengan situs pengenalan enzim restriksi yang terdapat pada gen *CHS*. Enzim restriksi harus diseleksi/dipilih, yaitu enzim yang hasil pemotongannya mampu menunjukkan polimorfisme genetik sesuai dengan variasi warna bunga yang ada (merah keunguan, putih, putih dengan becak merah keunguan, dan jingga)

III. Penutup

Terdapat berbagai variasi sekuen gen *CHS* pada berbagai tanaman. Desain primer menggunakan software Primer3 menghasilkan berbagai pasangan primer yang dapat digunakan untuk isolasi gen *CHS* dari berbagai tanaman, termasuk *R. gigantea*. Variasi sekuen gen *CHS* berpotensi menjadi dasar dalam pembuatan DNA barcode pada tanaman *R. Gigantea*.

IV. Daftar Pustaka

- He, F., Mu, L., Yan, G., Liang, N., Pan, Q., Wang, J., Reeves, M.J., and Duan, C. 2010. Biosynthesis of Anthocyanins and Their Regulation in Colored Grapes. *Molecules* 15: 9057-9091.
- Holton, T.A. and Cornish, E.C. 1995. Genetics and Biochemistry of Anthocyanin Biosynthesis. *The Plant Cell* 7: 1071-1083.
- Kriangphan, N., Vuttipongchaiki, S., Kittiwongwattana, C., Suttangkakul, A., Pinmanee, P., Sakulsathaporn, A., Suwimon, R., Suputtitada, S., Chanvivattana, Y., and Apisitwanich, S. 2015. Effects of Sequence and Expression of Eight Anthocyanin Biosynthesis Genes on Floral Coloration in Four *Dendrobium* Hybrids. *The Horticulture Journal* 84 (1): 83–92.
- Liu, Y., Lou, Q., Xu, W., Xin, Y., Bassett, C., Wang, Y. 2011. Characterization of a

- chalcone synthase (CHS) flower-specific promoter from *Lilium orientale* 'Sorbonne'. *Plant Cell Rep* 30: 2187–2194.
- Mudalige-Jayawickrama, R.G., Campagne, M.M., Hieber, A.D., Kuehnle, A.R. 2005. Cloning and Characterization of Two Anthocyanin Biosynthetic Genes from *Dendrobium* Orchid. *J. Amer Soc. Hort. Sci.* 130 (4): 611 – 618.
- Pang, Y., Shen, G., Wu, W., Liu, X., Lin, L., Tan, F., Sun, X., Tang, K. 2005. Characterization and expression of chalcone synthase gene from *Ginkgo biloba*. *Plant Science* 168: 1525–1531.
- Ye, J., Yang, X., Chen, Q., Tao, T., Wang, G., and Xu, F. 2016. Cloning and Sequence Analysis of a Chalcone Synthase (CHS) Gene Involved in Anthocyanin Biosynthesis in *Prunus persica*. *Int. J. Curr. Res. Biosci. Plant Biol.* 3 (10): 42-48.
- Zhou, L., Wang, Y., and Peng, Z.. 2011. Molecular characterization and expression analysis of chalcone synthase gene during flower development in tree peony (*Paeonia suffruticosa*). *African Journal of Biotechnology* Vol. 10 (8): 1275-1284.

ISBN : 978-602-95166-5-4



**Jurusan Pendidikan Biologi
Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
Universitas Negeri Yogyakarta**